

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка системы контролируемой подачи инертных и агрессивных газов для высокотемпературных дифракционных исследований

УДК 621.386.8.546.29

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭФ ИЯТШ ТПУ	Сыртанов М.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭФ	Лидер А.М.	д.т.н.		

Томск – 2018 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Использовать основные этапы и закономерности исторического развития общества, основы философских, экономических, правовых знаний для формирования мировоззренческой, гражданской позиций и использования в различных сферах жизнедеятельности	Требования ФГОСЗ+ (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4)
P2	К самоорганизации и самообразованию, работать в коллективе, к коммуникации в устной и письменной формах, в том числе на иностранном языке, толерантно воспринимать социальные, этические и культурные различия, использовать методы и средства физической культуры, приёмы первой помощи и методы защиты в условиях ЧС.	Требования ФГОСЗ+ (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9)
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
P3	Использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, современные концепции и ограничения естественных наук, использовать фундаментальные знания разделов общей и теоретической физики, математики для создания моделей и решения типовых профессиональных задач, в том числе с использованием знаний профессионального иностранного языка.	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-7)
P4	Понимать сущность и значение информации, соблюдать основные требования информационной безопасности, использовать методы, способы, средства получения и хранения информации, решать стандартные задачи на основе информационной и библиографической культуры.	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6)
P5	Получить организационно-управленческие навыки при работе в научных группах, критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности, нести ответственность за последствия своей инженерной деятельности.	Требования ФГОСЗ+ (ОПК-8, ОПК-9)

<i>Профессиональные компетенции</i>		
P6	<u>Научно-исследовательская деятельность</u> Проводить научные теоретические и экспериментальные исследования в областях: материаловедения, атомной и ядерной физики, водородной энергетики, физики плазмы с помощью современной приборной базы с использованием специализированных знаний физики и освоенных профильных дисциплин.	Требования ФГОСЗ+ (ПК-1, ПК-2)
P7	<u>Научно-инновационная деятельность</u> Применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований, а также профессиональные знания и умения в результате освоения профильных дисциплин для проведения физических исследований в инновационных областях науки, используя современные методы обработки, анализа и синтеза информации.	Требования ФГОСЗ+ (ПК-3, ПК-4, ПК-5)
P8	<u>Организационно-управленческая</u> Использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований, участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме, понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования	Требования ФГОСЗ+ (ПК-6, ПК-7, ПК-8)
P9	<u>Педагогически-просветительская</u> Проектировать, организовывать, анализировать педагогическую деятельность, владеть последовательностью изложения материала с использованием междисциплинарных связей физики с другими дисциплинами, участвовать в информационно-образовательных мероприятиях по пропаганде и распространению научных знаний	Требования ФГОСЗ+ (ПК-9)

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Лидер А.М.

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович

Тема работы:

Разработка системы контролируемой подачи инертных и агрессивных газов для высокотемпературных дифракционных исследований.

Утверждена приказом директора (дата, номер)

31.01.2018 №533/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Дифракционный комплекс для проведения In situ исследований.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Обзор литературных источников; – Разработка принципиальной схемы комплекса и его проектировка; – Проведение исследований структурно-фазовых переходов на порошковом образце титана Вt1-0; – Анализ полученных результатов; – Социальная ответственность; – Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; – Заключение.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Федорчук Ю.М.</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Меньшикова Е.В.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Ассистент ОЭФ ИЯТШ ТПУ</p>	<p>Сыртанов М.С.</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>0Б41</p>	<p>Зеленцов Дмитрий Михайлович</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович

Школа	ИЯТШ	Отделение	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Физика

Тема дипломной работы: Разработка системы контролируемой подачи инертных и агрессивных газов для высокотемпературных дифракционных исследований

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Целью данной работы является разработка дифракционного комплекса для проведения *In-situ* исследований при повышенных температурах и давлении

2. Описание рабочего места на предмет возникновения:

вредных проявлений факторов производственной среды (для обслуживающего персонала необходимо обеспечить оптимальные, в крайнем случае, допустимые значения метеоусловий на рабочем месте, исключить контакт с вредными, токсичными веществами, которые могут образовываться в процессе работы установки, обеспечить комфортную освещенность рабочего места, уменьшить до допустимых пределов шум от силового блока плазмореактора, вентиляции); опасных проявлений факторов производственной среды (в связи с присутствием электричества для питания насосов, ЭВМ и освещенности лаборатории, наличии горючих и взрывоопасных газов (водород) необходимо предусмотреть, если есть, то перечислить средства коллективной и индивидуальной защиты от электро-, пожаро- и взрывоопасности);

необходимо предусмотреть мероприятия по предотвращению негативного воздействия на окружающую природную среду используемых энергетических проявлений и образующихся отходов: «черновые» листы бумаги - необходимо обеспечить устойчивую работу вашего производственного участка при возникновении чрезвычайных ситуаций, характерных для Сибири – сильные морозы, пурга, человеческий фактор, диверсия.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды:

а) приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится 1 из расчетов (расчет освещенности на рабочем месте, расчет потребного воздухообмена на рабочем месте, расчет необходимого времени эвакуации рабочего персонала);

б) приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте, разрабатываются или, если уже есть, перечисляются мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ;

в) приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности

а) приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ;

б) приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности вашего помещения, перечисляются средства пожаробнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение (какие пожары можно тушить, какие – нет), маркировка;

пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

3. Охрана окружающей среды:

организация безотходного производства (приводится перечень отходов при эксплуатации установки, перечисляются методы улавливания, переработки, хранения и утилизации образовавшихся на вашем производстве промышленных отходов).

4. Защита в чрезвычайных ситуациях:

а) Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий

5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:

специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);

Перечень графического материала:

- 1) Пути эвакуации
- 2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	Д.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович

Школа	ИЯТШ	Отделение	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Физика

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материалов и оборудования Заработная плата участников проекта
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы рабочего времени
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога отчислений во внебюджетные средства

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	SWOT - анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование НТИ Подсчет бюджета

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Альтернативы проведения НТИ
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0Б41	Зеленцов Дмитрий Михайлович		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Уровень образования бакалавриат

Направление подготовки 03.03.02 «Физика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

Период выполнения _____

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2017	Аналитический обзор литературы	15
01.09.2017	Разработка принципиальной схемы комплекса и его проектировка	15
15.03.2018	Проведение исследований структурно-фазовых переходов на порошковом образце титана BT1-0	20
5.05.2018	Анализ результатов	15
25.05.2018	Социальная ответственность	15
31.05.2018	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
31.05.2018	Заключение	5

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭФ ИЯТШ ТПУ	Сыртанов М.С.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОЭФ	Лидер А.М.	Д.Т.Н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 92 страницы, 30 рисунков, 22 таблицы, 38 источников литературы.

Ключевые слова: In situ, рентгеноструктурный анализ, наводороживание, структурно-фазовые переходы.

Объектом исследования является Дифракционный комплекс для проведения In situ исследований.

Цель работы-Проектировка и разработка установки для исследования структурно-фазовых переходов в процессе насыщения водородом гидридообразующих материалов.

В первой главе были рассмотрены дифракционные комплексы для исследования динамических процессов, описаны их главные технические характеристики и приведен ряд исследований, которые реализуются на каждом из них.

Во второй главе был проведен анализ по ранее проведенным экспериментам в направлении «Динамика накопления агрессивных газов конструкционными материалами».

В третьей главе реализуется разработка и проектировка дифрактометрического комплекса для проведения In situ исследований.

Четвертая глава посвящена процессу исследования насыщения водородом из газовой среды экспериментального образца порошка титана VT1-0 и исследованию структурно-фазовых переходов в системе титан-водород. В результате установлено, что разработанный комплекс полноценно работает, и позволяет проводить исследования структурно-фазовых переходов систем металл-водород в процессе насыщения водородом при высоких температурах.

В пятой и шестой главе рассматриваются финансовый менеджмент и социальная ответственность данной работы.

Оглавление

Введение.....	14
1. Дифракционные комплексы для исследования динамических процессов .	16
1.1. Синхротрон «КИСИ-Курчатов».....	16
1.2. Ускорительный комплекс ВЭПП-4.....	20
1.3. ESRF	22
1.4. ASP	22
1.5. Desy.....	24
1.6. ALBA	24
1.7. SPring-8.....	25
1.8. ELETTRA	25
2. Динамика накопления агрессивных газов конструкционными материалами	27
2.1. Особенности структурно-фазовых превращений циркониевого сплава Э110 при различных температурах газофазного наводороживания.....	27
2.2. Особенности накопления и распределения водорода при насыщении титанового сплава ВТ1-0 электролитическим методом и из газовой среды	29
2.3. Кинетика разложений и перераспределений водородных фаз в палладии.....	31
3. Дифрактометрический комплекс для <i>In situ</i> исследований структурно-фазовых переходов при повышенной температуре и в газовой среде	34
3.1. Описание основных узлов установки	35
3.1.1. Баллоны с газами, генератор водорода.....	35
3.1.2. Газовый смеситель.....	37
3.1.3. Камера временного хранения смеси газов	38
3.1.4. Высокотемпературная газоразрядная камера	39
3.1.5. Газовые редукторы	40

3.1.6. Датчик давления.....	41
3.1.7. Вакуумный пост	41
3.1.8. Кран ручного управления	43
3.1.9. Соединительные фитинги	43
3.1.10. Газовая магистраль	44
3.1.11. Соединительный элемент.....	44
3.1.12. Принцип работы системы	46
4. Апробация системы для проведения In situ исследований на гидридообразующих материалах.....	48
4.1. Материалы и методы	48
4.2. Структурно-фазовые переходы в системе титан-водород.....	48
Заключение	52
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	53
Введение.....	53
5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	54
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	54
5.1.2. Анализ конкурентных технических решений.....	54
5.1.3. SWOT-анализ	56
5.2. Планирование научно-исследовательских работ	58
5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	58
5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	59
5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	60
5.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	63
5.2.5. Расчет материальных затрат НТИ.....	63

5.2.6. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	65
5.2.7. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей работы	66
5.2.8. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	68
5.2.9. Затраты на электрическую энергию	69
5.2.10. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	69
5.3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .	70
5.3.1. Определение ресурсной эффективности исследования.....	70
6.Социальная ответственность	71
6.1. Вредные факторы проектируемой производственной среды.....	72
6.1.1. Производственный шум	72
6.1.2. Микроклимат.....	74
6.1.3.Расчет искусственной освещенности.....	75
6.2.Выявление опасных факторов проектируемой производственной среды	78
6.2.1 Электробезопасность.....	78
6.2.2 Пожаровзрывобезопасность	80
6.2.3 Сосуды, находящиеся под высоким давлением	81
6.3.Чрезвычайные ситуации.....	83
6.4.Охрана окружающей среды	87
6.5.Перечень нормативных документов	88
Список литературы	90

Введение

Современный вектор движения науки подталкивает на создание новых перспективных материалов и технологий. К разрабатываемым материалам выдвигают серьезные требования, многие из материалов предназначены для работы в суровых условиях при низких и высоких температурах, при наличии агрессивной среды и под воздействием механических нагрузок. Характер поведения материалов в рабочих условиях является главным предметом исследований с применением самых новейших и передовых методов. Одним из наиболее распространенных методов диагностики материалов является рентгеновская дифрактометрия [1]. Данный метод с успехом используется уже много лет и получил хороший рывок для развития с появлением и совершенствованием модернизацией источников синхротронного излучения. Среди источников излучения рентгеновского диапазона синхротронное излучение является более перспективным из за характерных ему свойств. Наиболее важная характеристика синхротронного излучения это высокая интенсивность пучка, его минимальная расходимость в вертикальной плоскости и непрерывный гладкий спектр в обширном диапазоне энергий фотонов. Данная особенность синхротронного излучения внушительно расширяет возможности рентгеновских дифракционных методов исследования. Одним из таких методов является дифрактометрия с разрешением по времени *In situ*. На первых этапах в экспериментах по использованию синхротронного излучения для структурного анализа высокая интенсивность, позволила повысить чувствительность метода и улучшить временное разрешение. Таким образом, стало доступным проведение динамических дифракционных экспериментов с малым временем исследуемых процессов. Интенсивности пучка синхротронного излучения достаточно для прохождения излучения через входные и выходные отверстия химических реакторов и среду, окружающую образец в реакционной камере. Следовательно, становится возможным реализация экспериментов *In situ*[2,3], т.е. непосредственно в условиях химической реакции, при высоких температурах и повышенных давлениях. Но существует ряд негативных

моментов данного метода с использованием аппаратуры синхротрона. Первой и самой весомой проблемой всех действующих синхротронов является их стационарность, все установки находятся в специально отведенных местах, в основном это крупные исследовательские центры. Следующая проблема всех ускорителей это их размер, некоторые из вышеперечисленных станций по периметру достигают до 900 м. Также разработка, создание и эксплуатация синхротронов очень дорогостоящая. Таким образом, эти факторы затрудняют проведение исследований в лабораторных условиях, что в настоящее время вызывает наибольший интерес для исследователя. Но современные технологии не стоят на месте, источники излучения и регистрирующая его аппаратура позволяют исследовать изменения, происходящие в образце за очень короткие временные интервалы и достаточно точно, именно эти факторы позволяют проводить качественные исследования в лабораторных условиях. Исходя из этих соображений, были сформулированы цель и задачи данной работы.

Цель работы.

Работа направлена на создание установки для исследования структурно-фазовых переходов в процессе насыщения водородом гидридообразующих материалов. В соответствии с поставленными целями работы решались следующие задачи:

- Разработка принципиальной схемы и совершенствование экспериментальной станции для проведения *In-situ* дифракционных исследований с использованием рентгеновского излучения.
- Спроектировать основные узлы, подключить систему к газоразрядной камере.
- Описать процесс работы системы.
- Провести апробацию на гидридообразующем материале.

1. Дифракционные комплексы для исследования динамических процессов

Уникальные свойства СИ объясняют широкий спектр его использования для решения как фундаментальных, так и прикладных задач. Центры СИ, обеспечивающие проведение различных фундаментальных и прикладных исследований, являются также базой для разработки новых уникальных технологий. Всего сейчас в мире насчитывается 42 действующих и 13 строящихся источников СИ. Из них в Японии -15 источников, в Европе-13 действующих и 3 строящихся источника, в США-свыше 10 источников, в России-4 действующих источника СИ. Имеют собственные источники СИ не только развитые страны, но также и Индия, Тайвань, Таиланд, Австралия, Бразилия. Все существующие сейчас источники СИ выглядят так: есть инжектор (электронная пушка, линейный ускоритель), потом-бустерный синхротрон, который ускоряет до какой-то энергии инъекции, потом, после ускорения, электроны выпускают в большой накопитель, который уже состоит из каких-то магнитов, фокусирующих элементов и генерирующих устройств-вигглеров или ондуляторов. Ниже представлен ряд действующих ускорительных комплексов, некоторые их параметры и характеристики.

1.1. Синхротрон «КИСИ-Курчатов».

Курчатовский Источник Синхротронного Излучения (КИСИ) [4] позволяет получать синхротронное излучение в инфракрасной, ультрафиолетовой и рентгеновской областях спектра, которое используется во многих областях науки: в медицине, физике, биологии, химии и других. КИСИ представляет собой сложный инженерный комплекс, в состав которого входит линейный ускоритель электронов, а также малое накопительное кольцо «Сибирь-1» и большое накопительное кольцо «Сибирь-2». В настоящее время на синхротроне функционирует 14 экспериментальных станций в рентгеновской области спектра: РКФМ, БЕЛОК, МЕДИАНА, РСА, ФАЗА, РТ-МТ, СТМ, ДИКСИ, ЛЕНГМЮР, ПРО, ЛИГА, НАНОФЭС, EXAFS-D, РЕФРА. Станции оснащены всем необходимым экспериментальным и вспомогательным оборудованием, что

позволяет реализовать широкий спектр типовых и уникальных методик в области рентгеновской структурной нанодиагностики и материаловедения на современном мировом уровне. В состав Курчатовского ускорителя входят три ускорительные установки: линейный ускоритель отрицательно заряженных частиц на энергию до 85 МэВ, большое накопительное кольцо (БНК) на энергию до 2,4 ГэВ и малое накопительное кольцо (МНК) до 455 МэВ. Основным источником синхротронного излучения это большое накопительное кольцо. Малый накопитель является промежуточным ускорителем электронов от 80 до 450 МэВ. В состав УНК также входят каналы перенаправления электронов между ускорителями, технологические и инженерные системы для поддержания и обеспечения их работы. Данные накопители создают яркие пучки электромагнитного излучения от инфракрасного до рентгеновского в диапазоне длин волн 0,1-2000 Å. Для создания более интенсивных фотонных потоков в БНК устанавливаются, так называемые устройства (вигглеры, ондуляторы). УНК НИЦ "Курчатовский институт" является единственным на постсоветском пространстве специализированным источником синхротронного излучения. В состав линейного ускорителя (рис.1.) (ЛУ) электронов входят: электронная пушка, канал инжекции пучка с системой фокусирования и коррекции положения пучка отрицательно заряженных частиц, ускоряющий модуль, источник высоко-частотной мощности, волноводную магистраль и канал транспортировки ускоренного пучка из ЛУ к малому накопителю. В качестве инжектора для ЛУ используется диодная пушка с энергией электронов 40 кэВ и током ~4 А. Из пушки пучок поступает на вход линейного ускорителя. Между пушкой и входом в ускоряющую структуру находятся магнитные корректоры и две фокусирующие линзы. Магнитный корректор предназначен для регулирования положения центра пучка относительно оси линейного ускорителя. Фокусирующие линзы устанавливают диаметр сходящегося электронного пучка (~5-6 мм) в центре первого ускоряющего зазора. Ускоряющая структура ЛУ имеет 112 ускоряющих зазоров.

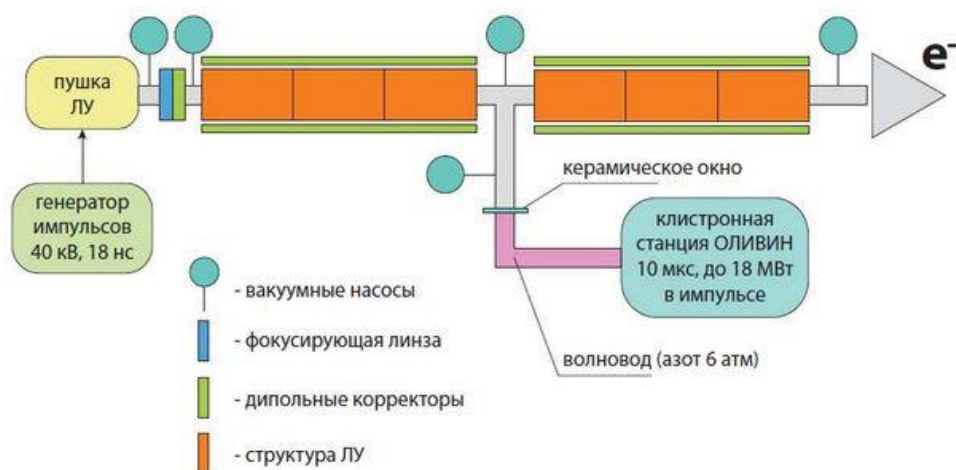


Рисунок 1 – Функциональная схема линейного ускорителя.

После ускорения до 80 МэВ пучок электронов состоит приблизительно из 50 микросгустков, собранных ускоряющим высоко частотным полем линейного ускорителя, движущихся друг за другом с частотой 2,8 ГГц. Для перемещения электронов от линейного ускорителя к малому накопителю применяется канал электронно-оптический ЭОК-1. Обнаруживание выпущенного из ЛУ пучка проводится на двух сетчатых пробниках и цилиндре Фарадея, размещенных в ЭОК-1, по которым измеряется ток (заряд) и положение пучка. Инжекция пучка осуществляется с частотой 1 Гц.

Таблица 1. Параметры пучка электронов на выходе из линейного ускорителя.

Энергия пучка	80 МэВ
Разброс энергии	1%
Ток пучка в импульсе	~80 мА
Длительность импульса	18 нс
Частота следования импульсов	1 Гц

Малый накопитель (Сибирь-1). Данный накопитель является первым источником СИ в Курчатовском институте. В этом качестве он проработал с 1983 по 1990 год. С 1993 используется в качестве бустерного накопителя, обеспечивающего инжекцию в большой накопитель на энергии 450 МэВ.

Таблица 2. Основные параметры малого накопителя.

Энергия	450 МэВ
---------	---------

Периметр	8,68 м
Поле в магнитах	1,5 Тл
Критическая энергия СИ	200 эВ
Потери энергии на обороте	3,62 кэВ
Частота обращения	34,55 МГц
Напряжение ВЧ	16 кВ
Ток электронов	До 300 мА

Станции, базирующиеся на накопителе Сибирь-1:

- ФЭС-станция фотоэлектронной спектроскопии;
- СПЕКТР-станция спектроанализа конденсированного состояния вещества;
- ЛОКУС-станция для проведения люминесцентных и оптических исследований.

Большой накопитель (Сибирь-2). Магнитная структура накопителя оптимизирована с целью получения максимальной яркости СИ из поворотных магнитов и спецгенераторов излучения-вигглеров и ондуляторов.

Таблица 3. Основные параметры большого накопителя.

Энергия	2,5 ГэВ
Периметр	124,13 м
Поле в магнитах	1,7 Тл
Критическая энергия СИ	7,1 кэВ
Потери на обороте (без вигглеров)	685 кэВ
Частота обращения	2,415 МГц
Напряжение	1500-1800 кВ
Ток электронов	300 мА

Станции, базирующиеся на накопителе Сибирь-2:

- ЛЕНГМЮР [5]-станция, предназначенная для исследования плёнок на поверхности жидкости методом стоячих рентгеновских волн.

- СТМ [6]-станция структурного материаловедения;
- РСА [7]-станция рентгеноструктурного анализа порошков;
- РТ-МТ [8]-станция для исследования рентгеновской топографии и микротомографии;
- ФАЗА [9]-станция для проведения исследований вещества фазочувствительными методами.
- ГАММА-станция по исследованию фотоядерных реакций;
- МЕДИАНА [10]-станция по медицинской и материаловедческой диагностики;
- РКФМ [11]-станция рентгеновской кристаллографии и физического материаловедения;
- EXAFS-D [12]- станция рентгеновской спектроскопии поглощения в пространственно-дисперсионной моде;
- LIGA-станция для проведения глубокой рентгеновской литографии;
- ПРО- станция прецизионной рентгеновской оптики, позволяет проводить эксперименты по плосковолновой рентгеновской дифракции.

1.2. Ускорительный комплекс ВЭПП-4

Ускорительный комплекс ВЭПП-4[13] является уникальной установкой для проведения экспериментов с использованием встречных электрон-позитронных пучков высокой энергии. Комплекс ВЭПП-4 включает в свой состав инжектор (энергия пучка до 350 МэВ), электрон-позитронный коллайдер ВЭПП-4М (до 6 ГэВ) и накопитель ВЭПП-3 (2 ГэВ) и. Коллайдер ВЭПП-4М с высокочувствительным детектором по определению элементарных частиц КЕДР предназначен для проведения экспериментов по физике высоких энергий. Технические параметры комплекса ВЭПП-4 позволяют проводить уникальные эксперименты. Помимо физики высоких энергий, на ускорительном комплексе ВЭПП-4 проводятся исследования с выведенными пучками синхротронного излучения. Основными направлениями являются: материаловедение, археология, изучение взрывных процессов, биология и медицина, нанотехнология. На пучках синхротронного излучения проводятся как фундаментальные, так и

прикладные исследования по следующим направлениям развития современной науки, технологий, техники и процессов: индустрия с использованием наносистем и материалов, рациональное природопользование и экология, энергосбережение и энергетика, информационно-телекоммуникационные системы и электроника. На накопителе ВЭПП-3 проводятся эксперименты ядерной физики с использованием технологии внутренней газовой мишени. Это рекордная по интенсивности струя газа (дейтерия или водорода), которую вводят непосредственно в вакуумную камеру накопителя. В настоящее время такие эксперименты невозможны ни на одном из существующих ускорителей мира. Эксперименты по ядерной физике с поляризованной газовой мишенью позволяют получить уникальную информацию о структуре и свойствах протона.

Таблица 4. Основные параметры накопителя ВЭПП-3.

Энергия	2 ГэВ
Периметр	74,4 м
Частота революции	4030кГц
Луч энергии:	
Инъекция	0,35 ГэВ
Добыча	1,8 ГэВ
Эксперимент	2 ГэВ

Станции, базирующиеся на накопителе ВЭПП-3:

- LIGA- станция рентгеновской литографии;
- Станция прецизионной дифрактометрии и аномального рассеяния;
- Станция локального и сканирующего рентгенофлуоресцентного элементного анализа;
- Станция по дифрактометрии с использованием жесткого рентгеновского излучения;
- Станция EXAFS-спектроскопии;

- Станция метрологии и EXAFS-спектроскопии в мягком рентгеновском диапазоне.

1.3. ESRF

European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)[14]-исследовательский ускорительный комплекс, источник синхротронного излучения третьего поколения, расположенный в Гренобле (Франция). ESRF является самым мощным источником синхротронного излучения в Европе. Источник обеспечивает синхротронным излучением 40 экспериментальных станций, на которых ежегодно реализуется более 800 экспериментов. Возможности синхротронного источника позволяют учёным и инженерам проводить исследования в области нанодиагностики, наноматериалов, нанобиотехнологий. Развивается так же и его применение в промышленности, особенно в фармацевтической области, нефтехимии и микроэлектронике.

Таблица 5. Основные параметры ускорительного комплекса.

Энергия	6,03 ГэВ
Максимальный ток	200 мА
Периметр	844,4 м
Частота витка	355 кГц
Количество сгустков	992
Горизонтальное излучение	4 нм
Время между сгустками	2816-2,82 нс

1.4. ASP

Австралийский синхротрон[15] (ASP, Australian Synchrotron Project)-ускоритель электронов на энергию до 3 ГэВ, является специализированным источником синхротронного излучения в рентгеновском диапазоне, с критической энергией фотонов равной 7.8 кэВ, и длиной волны 0.16 нм). Построен в Мельбурне, открытие состоялось 31 июля 2007 года. Ускорительный комплекс Австралийского синхротрона устроен следующим образом: электронная пушка → линейный ускоритель → бустер на полную энергию → основное накопительное кольцо с устройствами генерации

синхротронного излучения. Электронная пушка предназначена для создания пучка электронов, который генерирует синхротронное излучение. Для начала, благодаря эффекту термоэлектронной эмиссии, нагретый катод начинает испускать электроны, которые в дальнейшем ускоряются электрическим полем до энергии 90 КэВ и поступают в линейный ускоритель. Линейный ускоритель при помощи серии высокочастотных резонаторов, который действуют на частоте 3 ГГц, ускоряют пучок электронов до энергии 100 МэВ. Длина которого составляет 15 метров. Для более эффективного ускорения, пучок электронов необходимо разделить на отдельные сгустки. Процесс разделения происходит в начале линейного ускорителя при помощи специальных 499.65 МГц резонаторов. Линак работает с частотой повторения 1 Гц. Расположенные вдоль резонатора квадрупольные магниты фокусируют пучок электронов. Из линейного ускорителя пучок электронов поступает в синхротрон-бустер, где увеличивается его энергия от 100 МэВ до 3 ГэВ. Бустерное кольцо периметром 130 метров, которое собрано из FODO-ячеек на магнитах, содержит один высокочастотный резонатор с рабочей частотой в 499.65 МГц, который ускоряет (в процессе многих оборотов) пучок электронов. В завершении процесса ускоренные электроны попадают в накопительное кольцо. Накопительное кольцо по периметру 216 метров и состоит из 14 одинаковых суперпериодов. Каждый из которых состоит из прямолинейного промежутка и поворота, каждый поворот включает в себя два дипольных магнита, произведен по схеме DBA (Double Bend Achromat). Каждый дипольный магнит может быть источником синхротронного излучения, а в некоторые прямые секции можно установить дополнительные источники синхротронного излучения (вигглеры и ондуляторы). Данная модернизация позволит выводить синхротронное излучение одновременно на более чем 30 станций, базирующихся на синхротроне. В двух прямолинейных промежутках расположены 499.65 МГц высокочастотные резонаторы, с амплитудой напряжения 3 МВ, благодаря которым компенсируется потеря энергии электронов на излучение (более 900 КэВ за один оборот).

Накопительное кольцо также содержит множество квадрупольных и секступольных магнитов, предназначенных для фокусирования пучка и коррекции хроматизма. Пучок электронов во время ускорения, в процессе транспортировки в канале, и циркуляции в накопительном кольце совершает движение в очень высоком вакууме. Вакуум необходим, потому что все столкновения электронов с молекулами газа приведут к мгновенному падению качества пучка (рост эмиттанса), тем самым сократят время его жизни. Вакуум получают с сохранением пучка благодаря системе труб из нержавеющей стали с большим количеством постоянно работающих вакуумных насосов. Обычно поддерживается давление примерно 10^{-8} Па.

1.5. Desy

DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron)[16]-это самый большой в Германии исследовательский центр по физике частиц, расположенный в Гамбурге и Цойтене. DESY был основан 18 декабря 1959 года в Гамбурге. Основные направления деятельности DESY—это фундаментальные исследования по физике частиц и создание источников синхротронного излучения. DESY занимается разработкой, строительством и эксплуатацией ускорителей элементарных частиц, исследованием физических свойств материи и возможностей использования синхротронного излучения в химии, молекулярной биологии и медицине. Для этих целей в DESY созданы и эксплуатируются несколько ускорителей частиц, такие как: XFEL (DESY), PETRA III, FLASH, REGAE, DESY II, DORIS, HERA.

1.6. ALBA

ALBA[17]-источник синхротронного излучения третьего поколения, расположенный в Серданоле-дель-Вальес. Источник представляет собой электронный синхротрон на энергию 3 ГэВ, периметр 268.8 м, ток в пучке 400 мА. Инжекционная включает в себя 100 МэВ линейный ускоритель и бустерное кольцо на полную энергию периметром 249.6 м. Спектр излучения из установленных на кольце ондуляторов захватит диапазон от ультрафиолета до жёсткого рентгена.

1.7. SPring-8

SPring-8[18] (англ. Super Photon ring-8 GeV)-ускорительный комплекс, является источником синхротронного излучения третьего поколения с самой высокой в мире энергией до 8 ГэВ, расположенный в префектуре Хёго, Япония.

Таблица 6. Основные параметры ускорительного комплекса.

Энергия	8 ГэВ
Периметр	1436 м
Горизонтальный эмиттанс	3 нм·рад
Время жизни пучка	100 часов
Полный ток пучка, Ib	100 мА

Комплекс состоит из линака на энергию 1 ГэВ, бустерного синхротрона периметром 396 м на энергию до 8 ГэВ с частотой циклирования 1 Гц, и, собственно, накопительного кольца SPring-8. На кольце синхротронного излучения базируется свыше 50 выводов синхротронного излучения для различных экспериментов. Один из которых (Laser Electron Photon Experiment at SPring-8-LEPS) использует гамма-кванты высокой энергии (ГэВ), образованные обратным комптоновским рассеянием лазерного излучения на пучке электронов, используется в направлении физики элементарных частиц. Коллаборация известна сообщениями об обнаружении пентакварков.

1.8. ELETTRA

ELETTRA[19]-итальянская лаборатория, расположенная в Басовице, специализируется на получении и использовании синхротронного излучения. Кроме источника синхротронного излучения третьего поколения электронного синхротрона ELETTRA, функционирующего с 1993 года в данной лаборатории собирается лазер на свободных электронах. Синхротрон работает в диапазоне энергий 0,7-2,5 ГэВ, имеет оптическую структуру, состоящую из 12 суперпериодов с ахроматическими поворотами типа DBA (Double Bend Achromat), может работать с 432 электронными сгустками и

током 320 мА. Диапазон синхротронного излучения из устройств, установленных на ускорительном кольце (поворотные магниты, ондуляторы) находится в диапазоне от ультрафиолета до рентгена (критическая энергия фотонов 5,5 КэВ для энергии пучка 2,4 ГэВ). Спектральная яркость, которая доступна для большого количества пучков составляет до 10^{19} фотонов/с/мм²/мрад.

2. Динамика накопления агрессивных газов конструкционными материалами

2.1. Особенности структурно-фазовых превращений циркониевого сплава Э110 при различных температурах газофазного наводороживания

Одним из широко используемых гидридообразующих материалов является цирконий Э110[20], при эксплуатации данного сплава в водородосодержащей среде в него проникает водород[21]. Авторской группой М.С. Сыртанов, М.Н. Бабикина, В.Н. Кудияров были исследованы образцы циркониевого сплава Э110 (Zr1%Nb) с никелевым слоем микронной толщины для сорбционной способности водорода[22]. Проводились *In-situ* рентгенографические измерения процесса насыщения водородом образцов на станции «Прецизионная дифрактометрия II» института катализа СО РАН на канале № 6 синхротронного излучения накопителя электронов ВЭПП-3. Показано, что с ростом температуры происходит увеличение скорости поглощения водорода сплавом Zr1%Nb. Фазовые переходы существенно влияют на скорость поглощения водорода при постоянной температуре. При температуре 350 °С и давлении в камере 1 атм. В процессе насыщения формируется только α -фазы циркония с последующим переходом в δ -гидрид, результаты измерений представлены на рис.2. При температурах 450-550 °С и давлении в камере 1 атм. происходит формирование промежуточной метастабильной тетрагональной фазы гидроксида циркония с последующим переходом в δ -гидрид циркония, результаты на ри.3. и рис.4. Дополнительно установлено, что время жизни метастабильной фазы уменьшалось с увеличением температуры гидрирования приблизительно от 30 минут при 450 °С до нескольких минут при 550 °С. Дальнейшее гидрирование сплава не меняет фазовый состав.

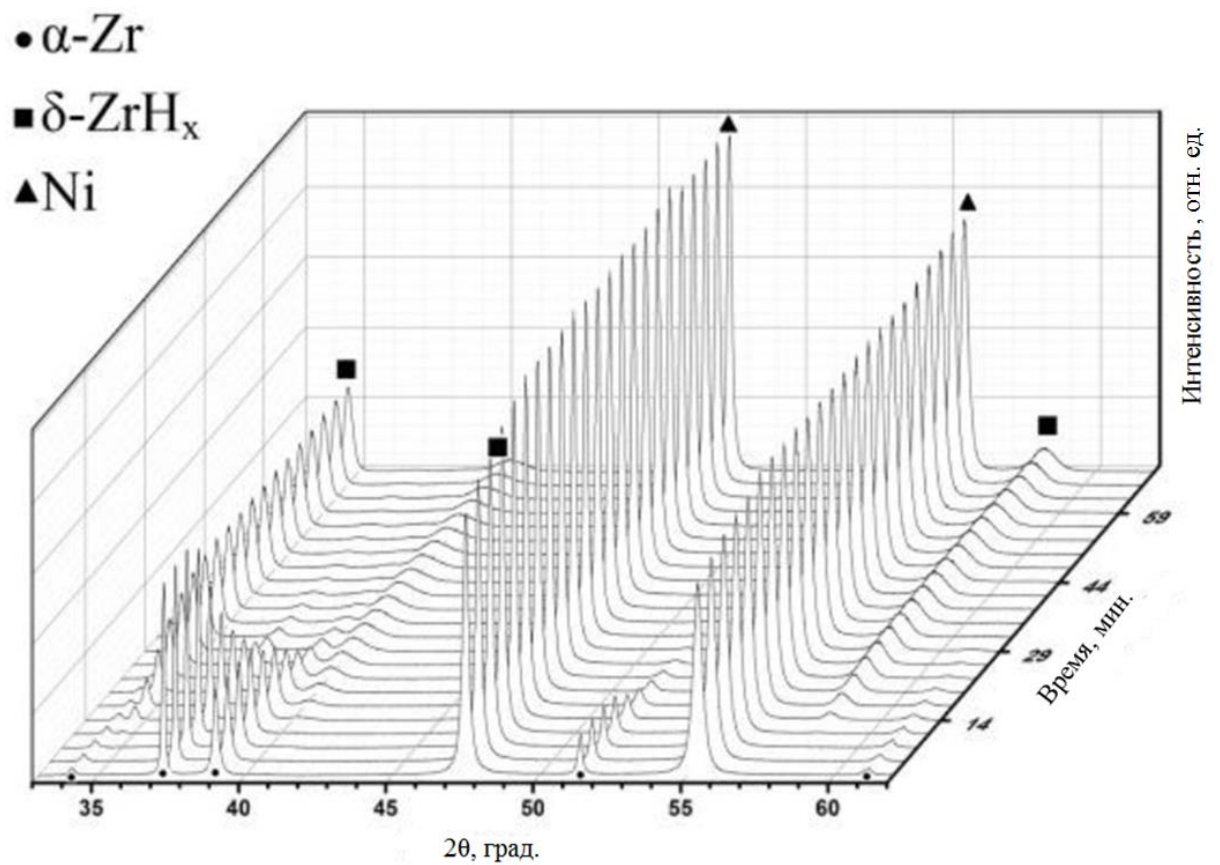


Рисунок 2 – Фазовые переходы в системе цирконий-водород с никелевым покрытием в процессе насыщения водородом при температуре 350 °С.

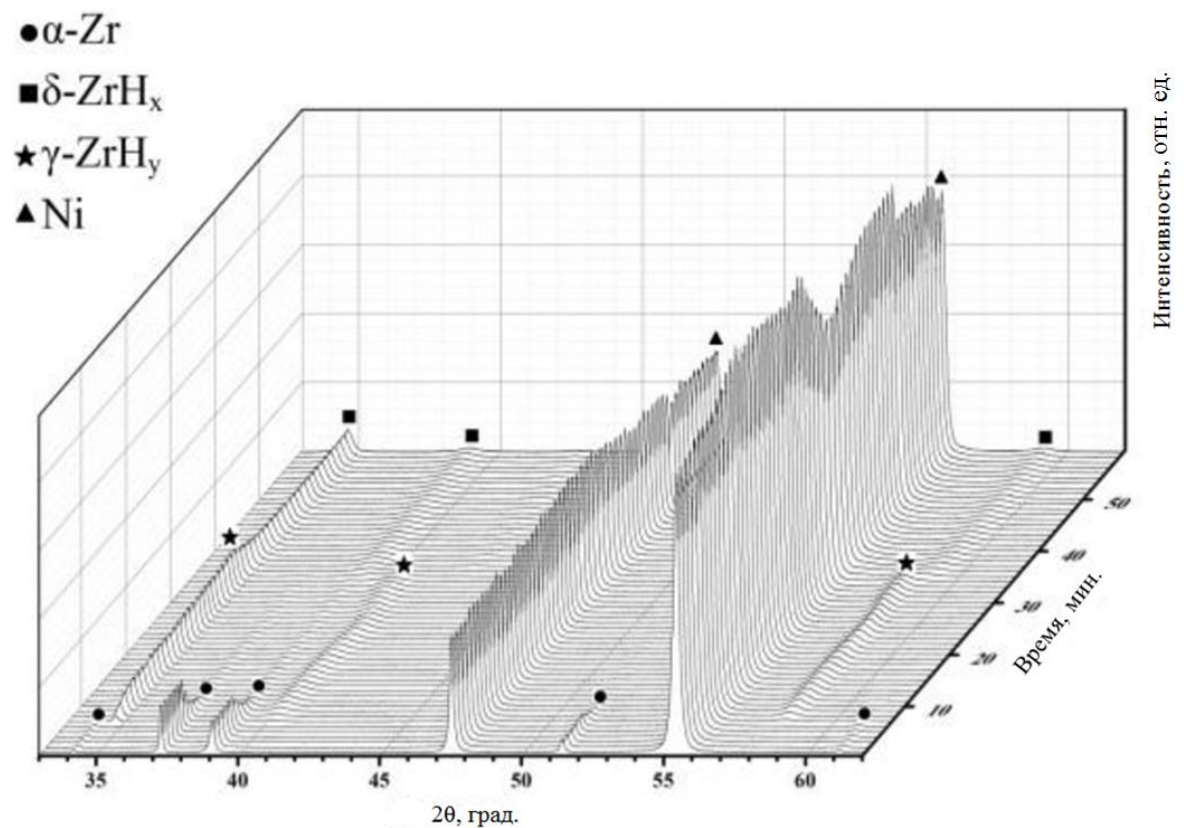


Рисунок 3 – Фазовые переходы в системе цирконий-водород с никелевым покрытием в процессе насыщения водородом при температуре 450 °С.

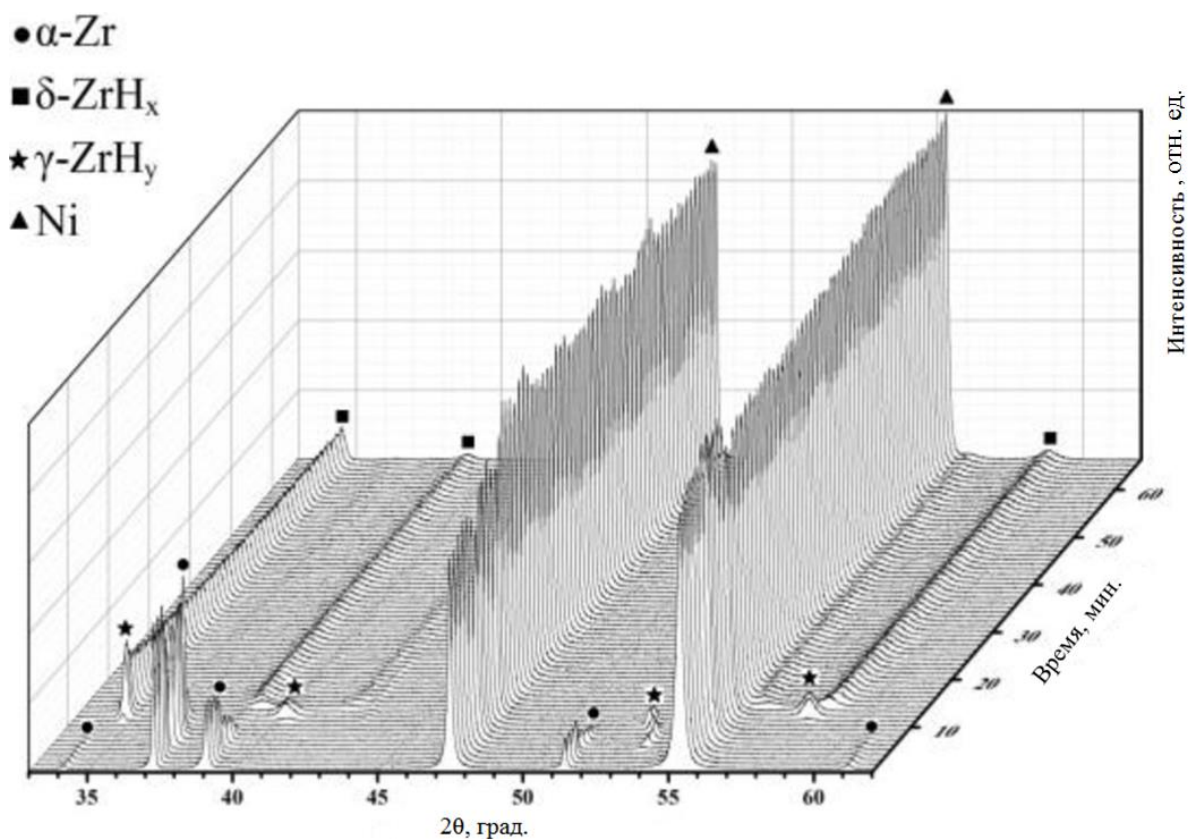


Рисунок 4 – Фазовые переходы в системе цирконий-водород с никелевым покрытием в процессе насыщения водородом при температуре 550 °С.

2.2. Особенности накопления и распределения водорода при насыщении титанового сплава ВТ1-0 электролитическим методом и из газовой среды

Авторами В.Н. Кудияров, А.М. Лидер, Н.С. Пушилина, Н.А. Тимченко[23] ввиду способности титановых сплавов к наводороживанию были произведены исследования по накоплению, распределению и термостимулированному выходу водорода при электролитическом насыщении и при насыщении из газовой среды титанового сплава ВТ1-0. Подобного рода исследованиям уже посвящен ряд работ [24-228]. Электролитическое насыщение титанового образца осуществлялось в одномолярном растворе серной кислоты в течение 360 мин., температура электролита составляла 70°С. Насыщение образца из газовой среды проводилось при температуре 600°С и давлении водорода в камере $6,6 \cdot 10^4$ Па в течение 60 мин. Для детального рассмотрения накопления водорода в титановых сплавах необходима полная информация о фазовых переходах в системе титан-водород при одновременном термическом воздействии и

десорбции водорода. Исследование фазовых переходов проводилось методом *In-situ* на станции "Прецизионная дифрактометрия II" института катализа СО РАН на канале № 6 синхротронного излучения на накопителе ВЭПП-3 [29,30]. После процесса электролитического насыщения на поверхности исследуемого образца формируется слой, толщина которого равна 0.4 мм, состоящий из δ -гидридов. Полное разложение гидридов после электролитического насыщения происходит при температуре (320-370°C) (рис.5.). После процесса насыщения из газовой среды происходит образование δ -гидридов по всему объему образца. Диссоциация гидридов после насыщения из газовой среды происходит при температуре (520-530°C) (рис.6.). При дальнейшем увеличении температуры происходит переход титана из α в β модификацию до температуры 690-720°C, когда данный переход завершается и на спектре термостимулированной десорбции водорода возникает еще один пик интенсивности десорбции водорода.

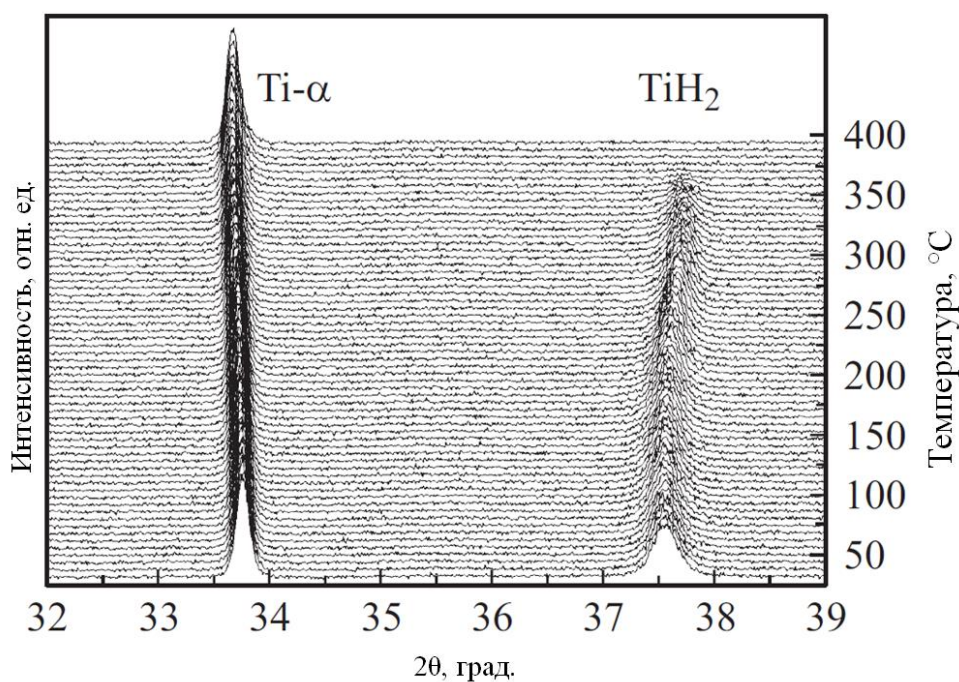


Рисунок 5 – Динамика фазовых переходов при термическом воздействии в образцах титанового сплава после электролитического насыщения водородом.

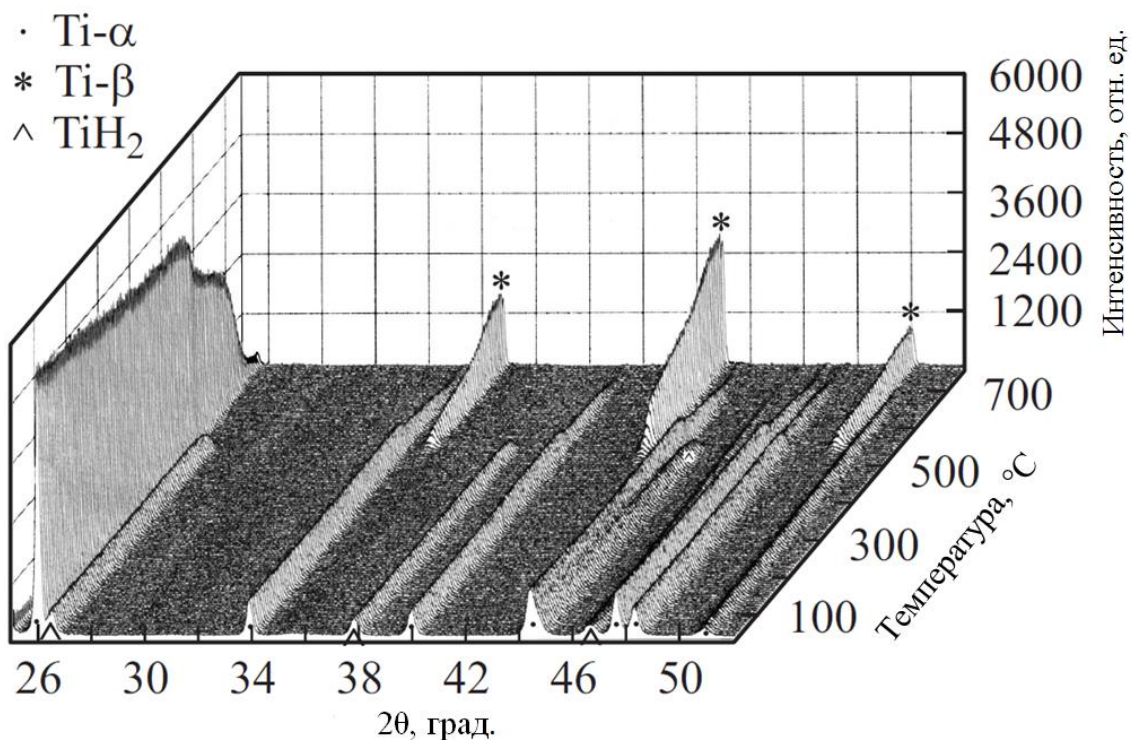


Рисунок 6 – Динамика фазовых переходов при термическом воздействии в образцах титана ВТ1-0 после насыщения водородом из газовой среды.

2.3. Кинетика разложений и перераспределений водородных фаз в палладии

Н.А. Тимченко и др. в данной работе[31] привели результаты исследования изменения кристаллической структуры палладия при электролитическом насыщении водородом, которые были произведены выполненные на станции «Прецизионная дифрактометрия II» на канале СИ № 6 накопителя электронов ВЭПП-3 [29,30]. Образцами для исследования является фольга толщиной 100 мкм. Насыщение образцов водородом осуществлялось в специальной электролитической ячейке, где протекал процесс электролиза 1-молярного раствора серной кислоты при плотности тока $0,01 \text{ А/м}^2$. Катодом являлся исследуемый образец, анодом-спираль из платиновой проволоки диаметром 0,4 мм. При десорбции внедренного водорода из образцов в процессе отжига при температуре 600°C дифракционные рефлексы возвращаются в положения, соответствующим положениям до насыщения. Данные результаты представлены на рис.7. Далее проведены измерения кинетики образования водородных фаз в

палладии при указанных параметрах электролитического насыщения и их распада в процессе равномерном нагревании со скоростью нагревания 2 °С/мин. Полученные результаты продемонстрированы на рис.8. и рис.9. На рис.8. изображены дифрактограммы палладиевых образцов в зависимости от времени насыщения. На данном рисунке наглядно прослеживается динамика перерождения рефлексов (111) и (200) металлической фазы палладия в рефлексы (222) и (400) гидридной фазы палладия в процессе электролитического насыщения водородом в течение 90 мин. На рис.9. приведены дифрактограммы наводороженных образцов, полученные в процессе отжига от комнатной температуры до температуры 192 °С со скоростью нагревания 2 °С/мин.

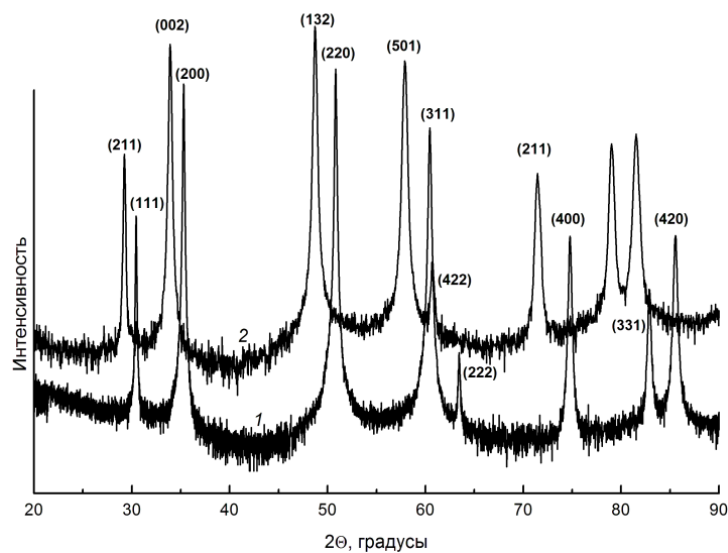


Рисунок 7 – Дифрактограмма палладия[32]: 1) исходный образец палладия; 2) образец после 4 ч электролитического насыщения водородом.

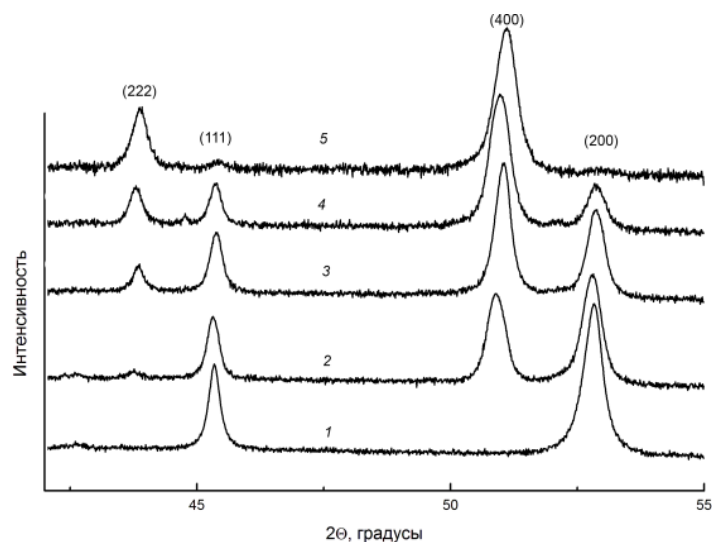


Рисунок 8 – Динамика перерождения рефлексов (111) и (200) металлической фазы палладия в рефлексы (222) и (400) гидридной фазы палладия при электролитическом насыщении водородом. Время насыщения: 1) 0; 2) 15; 3) 30; 4) 60; 5) 90 мин.

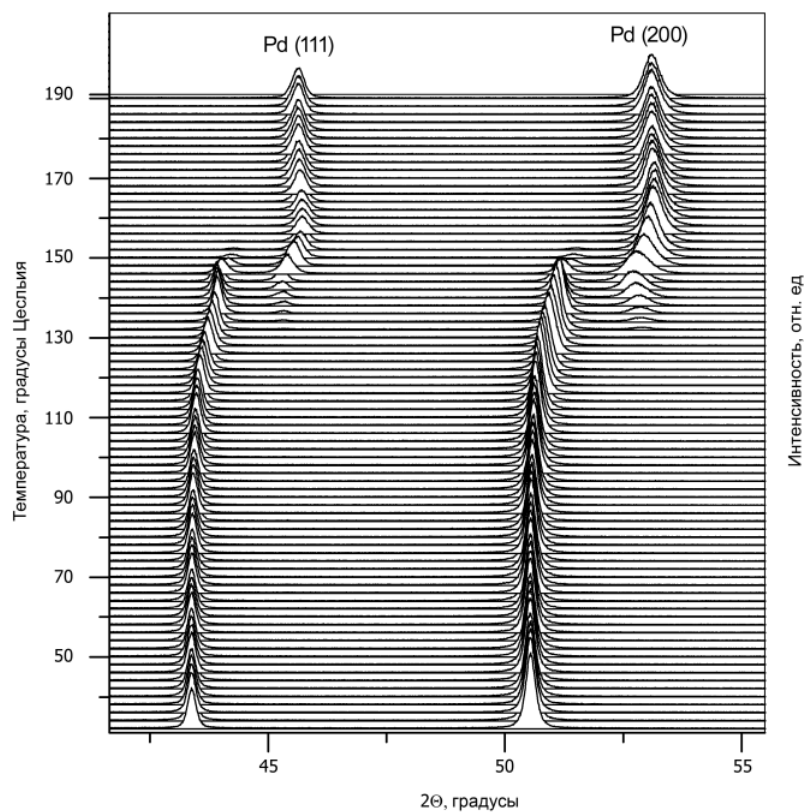


Рисунок 9 – Кинетика фазового перехода PdH [рефлексы (200) и (400)]→Pd [рефлексы (111) и (200)] в процессе нагревания.

Из вышеперечисленных данных следует, что фазовый переход PdH→Pd начинается при температуре 132 °С и заканчивается при температуре 150 °С.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Ведение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. В процессе поиска источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов, оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием. При этом разработчики должны представить настоящее состояние и перспективы проводимых ими научных исследований. Помимо превышения технических параметров над предыдущими разработками необходимо понимать коммерческую привлекательность научного исследования.

Целью выполнения финансово-экономической части выпускной квалификационной работы является формирование и получение навыков оценки результата научной работы и поиск источников финансирования для проведения научного исследования.

Для достижения цели были обозначены следующие задачи для дальнейшей работы:

- 1) провести SWOT-анализ исследования;
- 2) определить структуру работ в рамках научного исследования;
- 3) разработать график проведения научного исследования;
- 4) определить трудоемкость выполнения работ;
- 5) оценить бюджет научно-технического исследования.

5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок-сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование - это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

В рамках данной научно-исследовательской работы было проведено исследование структурно-фазовых переходов в процессе насыщения водородом гидридообразующих материалов.

В Результаты проведенного исследования представляют ценность для научных групп, которые не имеют данной возможности проведения исследований по причине отсутствия технологии.

Таким образом, многие ученые-экспериментаторы заинтересованы в изучении структурно-фазовых переходов в процессе насыщения водородом гидридообразующих материалов в лабораторных условиях и в максимально короткие сроки.

5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку

сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Где $B_{к1}$ -Дифрактометр Shimadzu XRD-5000, $B_{к2}$ -Дифрактометр Shimadzu XRD600S.

Таблица 9. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	$B_{к1}$	$B_{к2}$	K_{ϕ}	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2		4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности за счет технических характеристик	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
2.Удобство в эксплуатации	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
3.Качество и точность проводимых измерений	0,25	5	4	4	1,25	1	1
4.Энерго- и ресурсоэкономичность	0,2	4	3	3	0,8	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2.Цена	0,15	3	3	4	0,45	0,45	0,6
ИТОГО	1	25	21	21	4,25	3,55	3,55

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл.1. Данные критерии подбираются исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-наиболее слабая позиция, а 5-наиболее

сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Вывод. Исходя из данных оценочной карты можно сказать, что использованный в данном исследовании дифрактометр имеет наиболее конкурентные технические решения. Данный вывод подтверждает наибольший показатель коэффициента конкурентноспособности равный 4,25

5.1.3. SWOT-анализ

SWOT-Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы)-представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. В табл.10 представлен SWOT-анализ.

Таблица 10. SWOT-анализ проекта.

	Сильные стороны научного- исследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность и энергоэффективность С2. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями С3. Установка транспортабельна из-за малых габаритов С4.Простота исполнения	Слабые стороны научного- исследовательского проекта: Сл1 Слабая универсальность проекта, т.к. он разрабатывается под конкретную станцию Сл2. Сложные процесс изготовления исследуемых образцов Сл3. Длительный процесс подготовки установки к работы из-за больших температур в камере
Возможности: В1. Наличие комплектующих в свободном доступе на российском рынке.	Использование порошков в качестве исследуемого материала является более	Для повышения спроса на изготавливаемый материал необходимы

<p>В2. Возможность использовать расходный материал в виде мелких образцов (порошок)</p> <p>В3. Технология может применяться в любом исследовательской лаборатории.</p> <p>В4. Наличие конкретного заказа на данный проект.</p>	<p>ресурсоэффективным решением и вносит вклад в защиту окружающей среды с точки зрения добычи полезных ископаемых.</p>	<p>квалифицированные кадры среди потенциальных потребителей. Наличие конкретного заказа гарантирует оплату данного проекта. Таким образом нужно реализовывать выход на более обширный рынок сбыта путем внедрения новых методик исследования.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Периодическая неисправность Рентгеновской пушки, высокочувствительного детектора.</p> <p>У2. Возможность введения дополнительных государственных требований к такого рода системам</p> <p>У3. Несвоевременная поставка исследуемых образцов</p>	<p>Периодическая неисправность Рентгеновской трубки может тормозить технический процесс, тем самым срывается ряд исследуемых измерений. Данная проблема решается путем покупки новой Рентгеновской трубки.</p>	<p>Согласовать проект с организацией-заказчиком на этапе проектирования.</p>

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей. Для дальнейшей оценки экономической эффективности составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и распределение исполнителей по видам работ в табл.11.

Таблица 11. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент-дипломник
Выбор направления исследования	2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник
	3	Выбор направления методов исследования	Руководитель, студент-дипломник
	4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник

Теоретические и экспериментальные исследования	5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Руководитель, студент-дипломник
	6	Проведение расчетов экспериментов. Сопоставление результатов исследований с теоретическими	Студент-дипломник
Проведение опытно-конструкторской работы			
Обобщение и оценка результатов	7	Анализ полученных результатов, выводы	Руководитель, студент-дипломник
	8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент-дипломник
Разработка технической документации	9	Оформление НИР	Студент-дипломник

5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования. Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_{oji} используется следующая формула:

$$t_{oji} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где t_{oji} - ожидаемая трудоемкость выполнения работы, чел-дн.; t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного

стечения обстоятельств), чел.-дн.; t_{maxi} -максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{oji}}{ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} -продолжительность одной работы, раб. дн.; t_{oji} -ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн. $ч_i$ -численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта-горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_k = T_p \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_k – продолжительность выполнения работы в календарных днях; T_p – продолжительность выполнения работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.


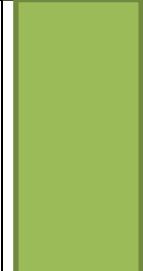





Таблица 12. Временные показатели проведения ВКР.

№ Р аб.	Исполнители	Продолжительность работ				
		t_{\min} чел- дн	t_{\max} чел- дн	$t_{\text{ож}}$ чел- дн	$T_{\text{р}}$ раб. дн	$T_{\text{к}}$ кал. дн
1	Руководитель, студент-дипломник	1	4	3	2	3
2	Студент- дипломник	15	40	25	25	31
3	Руководитель, студент-дипломник	5	10	8	4	5
4	Руководитель, студент-дипломник	4	12	8	4	5
5	Руководитель, студент-дипломник	10	25	16	8	10
6	Студент- дипломник	15	25	19	19	24
7	Руководитель, студент-дипломник	5	10	7	4	5
8	Руководитель, студент-дипломник	2	5	4	2	3
9	Студент- дипломник	5	8	7	7	9
И того	Руководитель				24	31
	Студент				75	95


На основе таблицы строятся календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на

графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 13. Календарный план проведения НИР.

Этапы	Вид работы	Исполнители	Т, к.д.	Продолжительность выполнения работ			
				Февр.	Март	Апр.	Май
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, студент-дипломник	3				
2	Изучение поставленной задачи и поиск материалов по теме	Студент-дипломник	31				
3	Выбор направления методов исследования	Руководитель, студент-дипломник	5				
4	Календарное планирование работ	Руководитель, студент-дипломник	5				
5	Проведение теоретических исследований, изучение литературы	Руководитель, студент-дипломник	10				
6	Проведение расчетов экспериментов. Сопоставление результатов исследований с теоретическими	Студент-дипломник	24				
7	Анализ	Руководитель	5				

	полученных результатов, выводы	ель, студент- дипломник					
8	Оценка эффективности полученных результатов	Руководит ель, студент- дипломник	3				
9	Разработка технической документации	Студент- дипломник	9				

 - руководитель,  - студент-дипломник.

5.2.4. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- 1) материальные затраты НТИ;
- 2) затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- 3) основная заработная плата исполнителей темы;
- 4) дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- 5) отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- 6) затраты научные и производственные командировки;
- 7) контрагентные расходы;
- 8) накладные расходы.

Остановимся более подробно на расчетах основных затрат.

5.2.5. Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В эту статью входят затраты на сырье, материалы, используемые в процессе НИР, комплектующие изделия и т.д. В

материальные затраты также включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расxi}, \quad (5)$$

где m -количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расxi}$ -количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); $Ц_i$ -цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T -коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в табл.14.

Таблица 14. Материальные затраты.

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, (З _м), руб.
Бумага	листы	300	0,6	180
Чернила для принтера	мл	150	4	600
Титановый порошок	кг	0,1	5500	550
Набор канцелярских товаров	шт	1	500	500
Водород	л	40	525	21000
Краны	шт	4	3250	13000

ручного управления				
Вакуумная арматура	-	-	20000	20000
Газовая магистраль	м	25	150	3750
Итого:				59580

5.2.6. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. В данной работе использовалось уже имеющееся оборудование, и закупка специального оборудования не производилась. В таком случае затраты на специальное оборудование отсутствуют. Однако в ходе эксплуатации основного оборудования средства были затрачены в соответствии с амортизационными отчислениями. Так, расчет амортизационных отчислений производился линейным методом, результаты расчетов сведены в табл.15.

Таблица 15. Амортизационные расходы.

п/п	Наименование оборудования	Стоимость, руб.	Срок полезного использования, лет	Норма амортизации, %	Срок эксплуатации, дней	Амортизационные расходы, руб
.	Дифрактометр Shimadzu XRD-7000	1550000	7	14	50	450058,07
Итого:						450058,07

5.2.7. Основная и дополнительная заработная плата исполнителей работы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату. Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (6)$$

где $З_{осн}$ -основная заработная плата; $З_{доп}$ -дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot Т_p, \quad (7)$$

где $З_{осн}$ -основная заработная плата одного работника; $Т_p$ - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл.); $З_{дн}$ -среднедневная заработная плата работника, руб. Для профессора она составляет 17500 руб., для инженера-9893 руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d}, \quad (8)$$

где $З_m$ -месячный должностной оклад работника, руб; M -количество месяцев работы без отпуска в течение года, при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d -действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. табл.16.

Таблица 16. Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент-дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	52	52
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		

Потери рабочего времени	48	48
- отпуск		
- невыходы по болезни	5	5
Длительный годовой фонд рабочего времени	246	246

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}, \quad (8)$$

где $З_{\text{тс}}$ -заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ -премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$); $k_{\text{д}}$ -коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях-за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $З_{\text{тс}}$); $k_{\text{р}}$ -районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл.17.

Таблица 17. Расчет основной заработной платы.

Исполнители	Оклад	K _р	З _м , руб.	З _{дн} ,руб.	T _р , раб.д.	З _{осн} руб.
Руководитель	17500	1,3	32988	1394,6	24	33470,7
Студент-инженер	9893		18648	788,3	75	59122,5
Итого						92593,2

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}, \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ -коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15). В данный раздел включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем -12 % от суммы основной заработной платы).

$$З_{\text{доп}} = 0,12 \cdot 92593,2 = 11111,18 \text{ руб.}$$

Тогда заработная плата будет равна:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} = 92593,2 + 11111,18 = 103704,4 \text{ руб.}$$

5.2.8. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{доп}} + З_{\text{осн}}), \quad (10)$$

где $k_{\text{внеб}}$ -коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка-27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме табл.18.

Таблица 18 Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата (12% от основной), руб.
Руководитель	33470,7	4016,4
Студент-дипломник	59122,5	7094,7
Коэффициент отчислений	0,271	
Итого	28103,8	

5.2.9. Затраты на электрическую энергию

Основным потребителем электроэнергии в данной работе является дифрактометр, с рабочими показателями ток равный 50 мА, напряжение 60 кВ. Мощность рассчитывается по следующей формуле:

$$P = U \cdot I \quad (11)$$

$$P = 50 \text{ мА} \cdot 30 \text{ кВ} = 3 \text{ кВт/час.}$$

Эффективное время использования в день данного дифрактометра составляет 8 часов в день. Таким образом затраты на электроэнергию составляют:

$$З_{эл} = 50 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 5,8 = 6960 \text{ руб.}$$

5.2.10. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл.19.

Таблица 19. Расчет бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	59580
Амортизационные затраты	450058
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	92593,2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	11111,1
Отчисления во внебюджетные фонды	28103,8
Затраты на электроэнергию	6960
Бюджет затрат НИИ	648406,1

5.3.Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

5.3.1. Определение ресурсной эффективности исследования

Интегральный показатель ресурсной эффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i b_i, \quad (12)$$

где I_{pi} -интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки; a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки; b_i -балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания; n - число параметров сравнения.

В качестве возможных вариантов исполнения выберем реализованный способ, а также два альтернативных варианта:

- 1) вариант выполнения исследования с использованием других моделей дифрактометров;
- 2) вариант выполнения исследования у сторонней организации.

Основным лимитирующим фактором в представленном НТИ являлась его стоимость. Выполнение исследования у сторонней организации сократило бы рабочее время исполнителей темы, однако, привнесло к дополнительной статье расходов.

Таблица 20. Сравнительная оценка вариантов исполнения исследования.

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	(Исп.1) Выполнение работы в рамках НТИ с соответствующими затратами (реализованное исполнение).	(Исп.2) Выполнение работы с использованием других моделей дифрактометров.	(Исп.3) Выполнение работы у сторонней организации.

Критерии				
Высокая производительность за счет технических характеристик	0,4	5	4	3
Удобство в эксплуатации	0,2	5	4	4
Качество и точность проводимых измерений	0,2	4	3	4
Энерго- и ресурсоэкономичность	0,2	5	4	3
Итого:	1	19	15	14

Проведем расчет интегрального показателя ресурсоэффективности для каждого варианта исполнения:

$$I_{\text{риск1}} = 5 \cdot 0,4 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 = 4,8$$

$$I_{\text{риск2}} = 4 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 3,8$$

$$I_{\text{риск3}} = 3 \cdot 0,4 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,2 = 3,4$$

Из данных рассчитанных значений видно, что вариант исполнения, который реализован в данной работе наиболее ресурсоэффективен.

6. Социальная ответственность

В связи с различными чрезвычайными ситуациями, происходящими на предприятии, соответственно очень важным является обеспечение безопасности рабочих мест на предприятии, и предотвращение возможных опасных ситуаций. В ходе выполнения выпускной квалификационной работы на тему «Разработка дифракционного комплекса для проведения In-situ исследований при повышенных температурах и давлении» проводилась разработка установки для исследования структурно-фазовых переходов в конструкционных материалов, применяемой на кафедре общей физики. Для проведения данного эксперимента использовались: ЭВМ, баллоны с газом

водородом (H_2), турбомолекулярный и форвакуумный насосы. В результате возникает ряд опасных и вредных факторов, которые могут воздействовать на человека при несоблюдении определенных требований безопасности. Следовательно, требуется разработать комплекс мероприятий технического, организационного, режимного и правового характера, минимизирующие негативные последствия.

6.1. Вредные факторы проектируемой производственной среды

При проведении работ на установке возможно воздействие вредных факторов таких, как:

- Производственный шум.
- Микроклимат.
- Освещенность.

6.1.1. Производственный шум

Производственным шумом называется шум на рабочих местах, на участках или на территориях предприятий, который возникает во время производственного процесса. Следствием вредного действия производственного шума могут быть:

- профессиональные заболевания,
- повышение общей заболеваемости,
- снижение работоспособности,
- повышение степени риска травм и несчастных случаев, связанных с нарушением восприятия предупредительных сигналов,
- нарушение слухового контроля функционирования технологического оборудования,
- снижение производительности труда.

При работе механических и электромеханических изделий часто возникают шумы. Шумы, возникающие при работе экспериментальной установки, связаны с вращением движущихся частей форвакуумного и турбомолекулярного насоса. Для оценивания шумовой обстановки допускается использовать числовую характеристику, называемую уровнем

звука (измеряется в дБ). В соответствии с ГОСТ 12.1.029-80 допустимый уровень шума при работе, требующей сосредоточенности, работе с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами на рабочих местах в помещениях лабораторий с шумным оборудованием, составляет 75 дБ. Следовательно, средства и методы защиты от шума должны обеспечивать уровень шума на рабочем месте не выше 75 дБ. Зоны с уровнем звука 80 дБ должны быть обозначены знаками безопасности согласно ГОСТ 12.4.026-76. Снижение шума, воздействующего на человека на рабочих местах до значений, не превышающих допустимые, достигается применением средств и методов коллективной защиты, применением средств индивидуальной защиты. Согласно ГОСТ 12.1.003-83 в качестве средств коллективной защиты применяются следующие методы:

- изменение направленности излучения шума. Установка должна быть сориентирована так, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную сторону от рабочего места;
- рациональная планировка помещения позволяет увеличить расстояние до источника шума и уменьшить его воздействие на человека. Шумные помещения должны располагаться таким образом, чтобы их разделяло несколько других помещений или ограждение с хорошей звукоизоляцией;
- акустическая обработка помещения. Подразумевает облицовку части внутренних ограждающих поверхностей звукопоглощающими материалами или размещение штучных поглотителей (свободно подвешенных объемных тел различной формы);
- применение звукоизоляции. Звукоизоляция достигается созданием герметичной преграды на пути распространения воздушного шума в виде стен, экранов, кожухов, кабин.

Работающих в шумоопасных зонах, администрация снабжает средствами индивидуальной защиты, которыми являются специальные наушники, вкладыши в ушную раковину, противошумовые каски, защитное действие которых основано на изоляции и поглощения звука.

6.1.2. Микроклимат

При работе установки включены охлаждающие системы и одновременно с этим процессом происходит нагрев вакуумной камеры, что приводит к изменению микроклимата в помещении. Параметрами, характеризующими микроклимат, являются:

- 1) температура воздуха;
- 2) температура поверхности установки;
- 3) относительная влажность воздуха;
- 4) скорость движения воздуха.

Выполняемые работы относятся к Iб категории работ. К данной категории относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/ч (140-174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением. Температура наружных поверхностей технологического оборудования, ограждающих устройств, с которыми соприкасается в процессе труда человек, не превышает 45 °С. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений представлены в табл.21.

Таблица 21 Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения потока воздуха, м/с
Холодный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

В данном случае, микроклимат в помещении поддерживается: в холодный период года системой центрального водяного отопления, в теплый период года системой кондиционирования воздуха. Схема приточно-вытяжной вентиляции показана на рис.28.

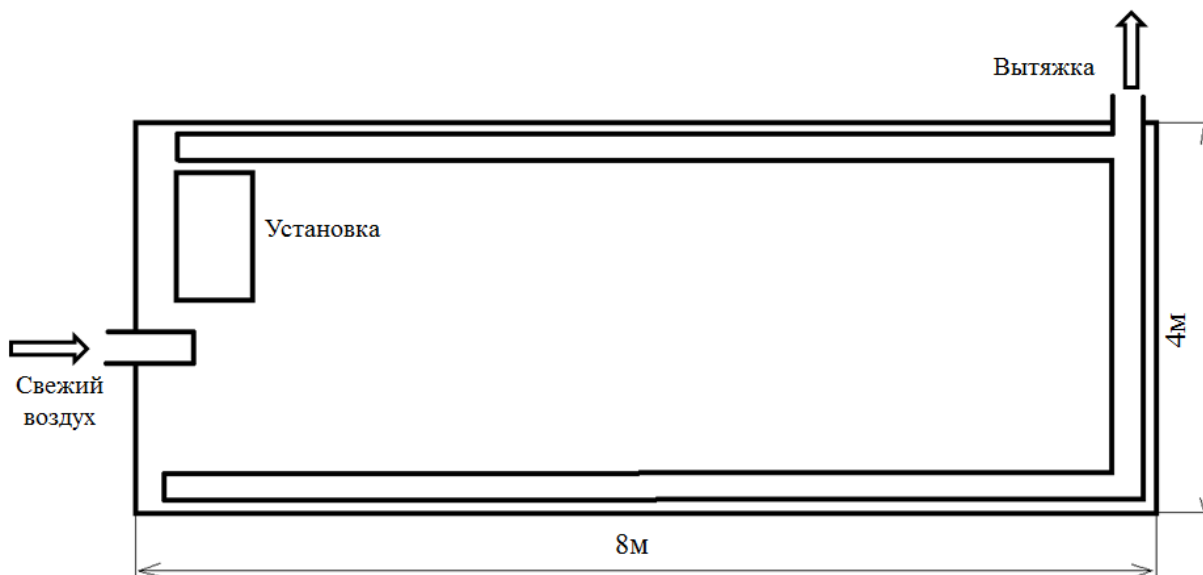


Рисунок 28 – Упрощенная схема вентиляции помещения. В любое время года температура на рабочем месте составляет 20-24°C, влажность воздуха равна 50%, скорость воздуха находится в пределах 0,1-0,3 м/с.

6.1.3. Расчет искусственной освещенности

Из светотехнических величин важнейшее значение для гигиенического нормирования, расчета и контроля производственного освещения имеют световой поток, освещенность рабочих поверхностей и коэффициент естественной освещенности. Световым потоком называется поток энергии электромагнитного излучения в видимой части спектра (при длине волны 380-760 нм), оцениваемый глазом по световому ощущению. За единицу светового потока принят люмен (лм) – поток, излучаемый точечным источником света силой 1 кандела (кд), помещенным в вершину телесного угла 1 стерadian (ср). Над данной рабочей зоной расположены подвесные светильники, мощностью 4x18 Вт. Параметры светильника: 595x595x75 мм.

Пространственное положение светильников в выбранном помещении определяется следующими параметрами: высота помещения $H=3$ м; расстояние светильников от перекрытия $h_c=0,2$ м; высота подвеса $h_n=H-h_c=2,8$ м; высота рабочей поверхности над полом $h_p=0,8$ м; расчетная высота $h=h_n-h_p=2$ м; расстояние между соседними светильниками L м; расстояние от крайних светильников до стены 1 м. Наиболее приемлемым расположением светильников является их расположение в шахматном порядке, либо по

сторонам квадрата. В данном случае будет использовано размещение по сторонам квадрата. Люминесцентные светильники при равномерном расположении обычно располагаются рядами. Основным критерием оптимального расположения светильников является величина $\lambda = L/h$ оптимальное расстояние между осветительными приборами, уменьшение которого удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости. Данная величина зависит от кривой света светильника. Для выбранного светильника характерна кривая типа Д, где $\lambda = 1,2 \dots 1,6$. При выполнении расчета принимаем $\lambda = 1,4$.

Расстояние между светильниками определяется как (4.1):

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2 = 2,8 \text{ м.} \quad (13)$$

Расстояние от крайних светильников до стены (4.2):

$$l = L / 3 = 2,8/3 = 0,93 \text{ м.} \quad (14)$$

Количество рядов светильников определим по формуле (4.3):

$$N_A = A / L = 8/2,8 = 2,85 \approx 3, \quad (15)$$

где A – ширина помещения, L – расстояние между светильниками.

Так как длина помещения составляет 4 м, учитывая то, что расстояние между светильниками равно 2,8 м, светильники будут располагаться по длине в два ряда. Расчёт общего равномерного освещения. Для произведения расчёта общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности используется метод коэффициента светового потока, который учитывает световой поток, отражённый от потолка и стен. Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot n \cdot \eta} \cdot 100 = \frac{300 \cdot 32 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 6 \cdot 53} \cdot 100 = 1245 \text{ лм} \quad (16)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещенность (лк); S – площадь освещаемого помещения (м^2); K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника; для помещения с малым выделением пыли принимаем равным 1,5; z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$ для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным

1,1; N-число ламп в светильнике (шт); n– число светильников (шт); η – коэффициент использования светового потока (%). Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения, типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка $\rho_{\text{п}}$. Индекс помещения определяется по формуле (4.5):

$$i = \frac{S}{H \cdot (A+B)} = \frac{32}{3 \cdot (4+8)} = 0,88. \quad (17)$$

Для коэффициентов отражения берутся приблизительные значения: $\rho_c = 50\%$ и потолка $\rho_{\text{п}} = 30\%$. Значения коэффициента использования светового потока светильников с люминесцентными лампами примем равным 53 %. Согласно полученным данным, выбираем лампу-Navigator D 18W/54-765 мощностью 18 Вт. Характеристики ламп данного типа приведены в табл.22. Таблица 22. Характеристики лампы Navigator D 18W/54-765.

Артикул	P, Вт	Φ, лм	Цветовая температура	Цоколь	L, мм	D, мм
D 18W/54-756	18	1450	6500	G13	590	26

В соответствии с таблицей 22 $\Phi_{\text{л}}=1450$ лм, тогда:

$$n = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta \cdot \Phi} = \frac{300 \cdot 32 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{1450 \cdot 0,53} = 20,6 \quad (18)$$

$$\Phi_{\text{рас}} = \frac{300 \cdot 32 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{20,6 \cdot 0,53} = 1445 \text{ лм.} \quad (19)$$

$$\frac{\Phi_{\text{рас}} - \Phi_{\text{лам}}}{\Phi_{\text{рас}}} = \frac{1445 - 1450}{1445} = 0,3\% < 10\% \quad (20)$$

Проведенный расчет вполне соответствует реализованному в настоящее время варианту освещения в помещении – шесть светильников с четырьмя люминесцентными лампами по 18 Вт. План расположения светильников в помещении приведен на рис.29. Данная схема определяет требуемую мощность электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

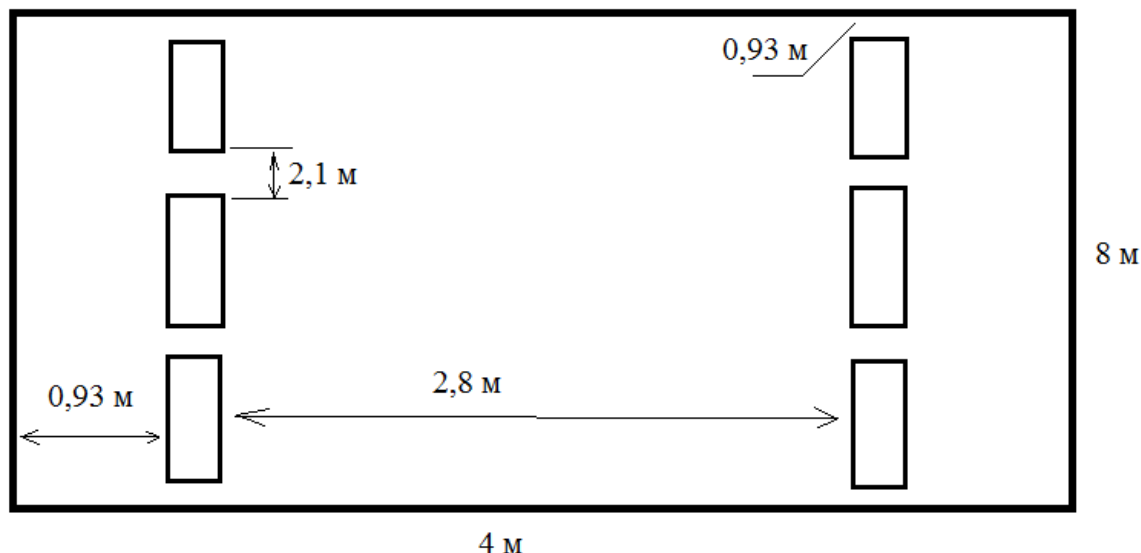


Рисунок 29 – Схема размещения светильников в помещении.

6.2.Выявление опасных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении работы возможно воздействие следующих опасных производственных факторов:

- 1) Электрическое напряжение.
- 2) Пожаровзрывоопасность.
- 3) Сосуды, находящиеся под высоким давлением.

6.2.1 Электробезопасность

Неисправность проводки установки может стать причиной поражения электрическим током. Прохождение тока может вызывать у человека раздражение и повреждение различных органов. Пороговый не отпускающий ток составляет 50 Гц (6-16мА). Защита от воздействия электрического тока осуществляется путем проведения организационных, инженерно-технических и лечебно-профилактических мероприятий. Электробезопасность должна обеспечиваться конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты. Электроустановки и их части выполнены таким образом, чтобы работающие не подвергались опасным и вредным воздействиям электрического тока и электромагнитных полей, и соответствовать требованиям

электробезопасности. Помещения разделяются на три класса опасности. Используемое помещение относится к классу с повышенной опасностью, так как в данном помещении возможно одновременное прикосновения человека к имеющей соединение с землей металлоконструкцией здания с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования с другой стороны. Граничные значения напряжений, при повышении которых требуется выполнение защиты от косвенного прикосновения для помещений с повышенной опасностью составляет >25 В переменного тока и >60 В постоянного тока. Для предотвращения поражения электрическим током следует проводить следующие мероприятия:

- 1) содержать оборудование в работоспособном состоянии и эксплуатировать его в соответствии с нормативно-техническими документами;
- 2) своевременно проводить техническое обслуживание;
- 3) соблюдать технику безопасности при работе с оборудованием;
- 4) проводить инструктаж для работников.

В качестве мероприятий по обеспечению безопасности работы с электрооборудованием могут быть использованы:

- 1) изоляция токоведущих частей;
- 2) малое напряжение в электрических цепях;
- 3) защитное заземление, зануление, защитное отключение;
- 4) применение разделяющих трансформаторов;
- 5) использование оболочек и блокировок для предотвращения возможности случайного прикосновения к токоведущим частям и ошибочных действий или операций;
- 6) защитные средства и предохранительные приспособления.

Индивидуальные защитные средства подразделяются на основные и дополнительные. К основным защитным изолирующим средствам в установке до 1000 В относятся изолирующие штанги, клещи изолирующие и электроизмерительные указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками. К

дополнительным изолирующим защитным средствам относятся средства, которые дополняют основные средства защиты, а также могут служить для защиты от напряжения прикосновения и шагового напряжения. Дополнительными защитными средствами в установках до 1000 В служат диэлектрические галоши, диэлектрические коврики, изолирующие подставки.

6.2.2 Пожаровзрывобезопасность

Используемое помещение относится к категории Б по пожарной и взрывопожарной опасности, так в данном помещении расположены горючие легковоспламеняемые материалы, также баллоны с газами. Помещение, в котором находится установка, оснащено аварийными выходами, обеспечено средствами пожаротушения, сигнализацией оповещения пожара. План эвакуации представлен на рис.30.

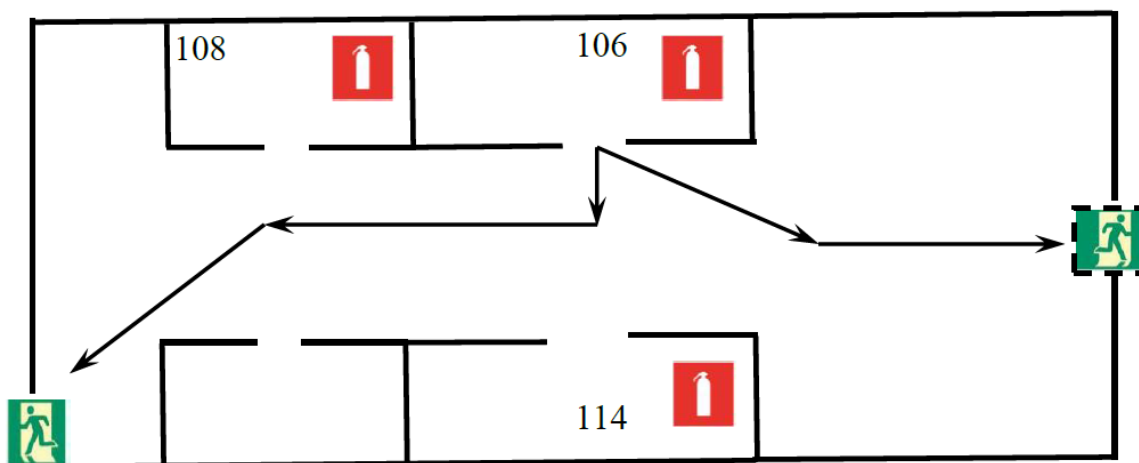


Рисунок 30 – План эвакуации рабочих помещений.

Работники допускаются к работе только после прохождения инструктажа о мерах пожарной безопасности, во всех помещениях вывешены таблички с указанием номера телефона вызова пожарной охраны и таблички с направлением пути эвакуации и план эвакуации. В лаборатории расположены огнетушители порошковые ОП-4(з)-АВСЕ-02 (предназначен для тушения твердых, жидких и газообразных веществ и электроустановок до 1000 вольт). Причинами возникновения пожара могут быть:

- 1) Нарушение правил эксплуатации электрического оборудования;

- 2) Курение в неустановленных местах;
- 3) Перегрузка электрических сетей;
- 4) Нарушение правил пожарной безопасности;
- 5) Неправильное хранение возгорающихся веществ.

При работе на установке используются баллоны с аргоном и азотом. Эксплуатация баллонов связана с рядом опасных факторов. Наполненный сжатым газом баллон обладает большой энергией, и если в нем образуется отверстие, то газ истекает из него с критической скоростью. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, находящихся под высоким давлением описаны. В целях безопасности, выполнены общие правила эксплуатации баллонов:

- 1) Баллоны установлены вертикально и надежно закреплены в таком положении металлическим хомутом, а также защищены от падения на них сверху каких либо предметов.
- 2) Баллоны с газом, устанавливаемые в помещении находятся от радиаторов отопления и других отопительных приборов на расстоянии не менее 1 метра и от печей и других источников тепла с открытым огнем не менее 5 метров. При невозможности выдержать необходимое расстояние, необходимо применять защитные экраны, предохраняющие баллоны от местного разогрева, располагая баллон не ближе 0.1 м от экрана. Установленные баллоны также необходимо предохранять от действия солнечных лучей.
- 3) Выпуск газов из баллона производится через редуктор, предназначенный исключительно для данного газа и окрашенный в соответствующий цвет.

6.2.3 Сосуды, находящиеся под высоким давлением

Для получения экспериментальных образцов требуется газ водород (H_2), который находится в баллонах под высоким давлением. Наполненный сжатым газом баллон обладает большой энергией, и если в нем образуется отверстие, то газ истекает из него с критической скоростью. Разрушение баллонов может явиться причиной взрыва образовавшейся в нем взрывной

среды. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, находящихся под высоким давлением описаны в ПБ10-115-96, а также ГОСТ 12.2.085-82. Сосуд считается котлонадзорным, если его вместимость не превышает 0,025 м³ (25л) независимо от давления и если он используется для научно-экспериментальных целей. Также котлонадзорными считаются сосуды и баллоны вместимостью не более 0,025 м³ (25 л), у которых произведение давления в МПа (кгс/см²) на вместимость в м³ (литрах) не превышает 0,02 (200), а также сосуды, работающие под давлением свыше 0,7 кгс/см² (без учета гидростатического давления), цистерны и бочки для перевозки сжиженных газов, давление паров которых при температуре до 50⁰С превышает 0,7 кгс/см²; сосуды, цистерны для хранения, перевозки сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел без давления, не опорожняемые под давлением газа свыше 0,7 кгс/см², баллоны, предназначенные для перевозки и хранения сжатых, сжиженных и растворенных газов с рабочим давлением свыше 0,7 кгс/см². Лабораторные сосуды имеют вместимость 0,040 м³ (40л) и используются в научных целях, поэтому считаются котлонадзорными. При утечке газа из баллона возможно удушье, отравление, а также возгорание и взрыв, поэтому необходимо знать и неукоснительно соблюдать правила пользования газовыми приборами. Опасные факторы и меры безопасности при работе с водородом:

- Водород в смеси с кислородом и воздухом (гремучий газ) пожаро-и взрывоопасен; для водородно-воздушной смеси концентрационный предел распространения пламени составляет 4,12%–75% по объему, для смеси водорода с кислородом – 4,1%–96% по объему;
- Температура самовоспламенения смеси водорода с воздухом – 510⁰С, смеси водорода с кислородом – 450⁰С;
- При дневном свете водородное пламя практически не видимо, поэтому для его обнаружения необходимо применять специальные датчики;
- Сжиженный водород при попадании на кожу вызывает сильное обморожение; при испарении сжиженного водорода возможно образование взрыво- и пожароопасных смесей;

- При высоком давлении водород способен оказывать наркотическое действие;
- При высоких концентрациях водород вызывает кислородное голодание и удушье; при работе в его среде необходимо использовать изолирующие противогазы, а помещения оборудовать вентиляцией. К работе с баллонами допускается только персонал, обученный работе с сосудами высокого давления и редукторами.

6.3. Чрезвычайные ситуации

В здании, где была разработана бакалаврская работа, возможны следующие чрезвычайные ситуации:

- пожар;
- взрывы;
- террористические акты и диверсии;
- природные чрезвычайные ситуации (мороз);
- проникновение посторонних лиц на рабочее место.

Данное здание построено из кирпича, следовательно, наиболее типичной ЧС является пожар. Помещение снабжено противопожарной защитой, направленной на предотвращение воздействия на людей опасных факторов пожара и ограничения материального ущерба от него. Основы противопожарной защиты предприятий определены в стандартах ГОСТ 12.1.004-76 и ГОСТ 12.1.010-76. Пожары представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- самовоспламенение и самовозгорание веществ.

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п. При эксплуатации ЭВМ возможны возникновения следующих аварийных ситуаций:

- короткие замыкания;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;
- перенапряжение;
- возникновение токов утечки.

При возникновении аварийных ситуаций происходит резкое выделение тепловой энергии, которая может явиться причиной возникновения пожара. Мероприятия по пожарной безопасности делятся на пожарную профилактику и тушение пожаров. Меры пожарной профилактики следующие могут быть следующие:

- строительно-планировочные;
- технические;
- организационные.

Строительно-планировочные меры определяются огнестойкостью зданий и сооружений (выбор материалов конструкций по степени огнестойкости). В зависимости от степени огнестойкости определяются наибольшие дополнительные расстояния от выходов для эвакуации при пожарах. Технические меры:

- соблюдение противопожарных норм для систем отопления, освещения, электрического обеспечения и т.д.
- использование разнообразных защитных систем;
- соблюдение параметров технологических процессов и режимов работы оборудования.

Организационные меры представляют собой проведение инструктажа персонала по пожарной безопасности, соблюдение мер пожарной безопасности. Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- правильная эксплуатация оборудования;
- правильное содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- обучение производственного персонала правилам противопожарной

безопасности;

- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Согласно СНиП 21-01-97 , по взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу В. К этому классу относятся помещения, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварии или неисправностей. В помещении для тушения возгораний предусмотрено использование углекислотного огнетушителя ОУ-3 для тушения возгораний классов А, В и электроустановок до 1000 В при температуре воздуха -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Таким образом, состояние помещения соответствует нормам и пожаробезопасности.

Рассмотрим такую природную чрезвычайную ситуацию, как сильный мороз, которая очень актуальна в нашем регионе. При отключении теплоснабжения в жилом доме по возможности следует покинуть неотапливаемое помещение. При необходимости остаться в помещении, следует надеть теплые вещи и головной убор (30% тепла теряется при непокрытой голове). Воспрещается употребление спиртного: при расширении сосудов происходит повышенная теплоотдача. Следует обогреться грелками и бутылками с горячей водой, а так же закрыть окна одеялами, оставив небольшой просвет для дневного освещения. Нужно избегать использования открытого огня в закрытых помещениях – это может привести к отравлению угарным газом или пожару. Не следует использовать для обогрева газовые, спиртовые горелки и другие приборы – это может привести к пожару. Если для обогрева помещения используется электрообогреватель, устанавливаться подобные приборы должны на негорючем основании, вдалеке от легковоспламеняющихся предметов. Опасно включать в одну розетку одновременно несколько электроприборов,

так как это может привести к перегрузке электросети, нагреву электропроводки и пожару.

Так же возможна такая техногенная чрезвычайная ситуация как диверсия.

Диверсия-совершение взрыва, поджога или иных действий, направленных на разрушение или повреждение предприятий, сооружений, путей и средств сообщения, средств связи, объектов жизнеобеспечения населения в целях подрыва экономической безопасности и обороноспособности Российской Федерации (ч.1 ст. 281 УК РФ). Меры безопасности при угрозе проведения террористических актов:

- следует действовать в соответствии с рекомендациями, полученными по системе оповещения.
- быть предельно внимательным к окружающим подозрительным предметам. Не прикасаться к ним. О данных предметах следует сообщить компетентным органам.
- при обнаружении подозрительного предмета в подъезде своего дома или на придомовой территории – следует опросить соседей, возможно, он принадлежат им. Если владелец не установлен -немедленно сообщить о находке в отделение полиции.

Для предотвращения диверсии на предприятиях введен пропускной режим совместно с системой видеонаблюдения. Так же некоторые объекты ограждены. Во всех перечисленных случаях:

- не следует трогать, вскрывать и передвигать находку;
- следует зафиксировать время обнаружения находки;
- постараться сделать так, чтобы люди отошли как можно дальше от опасной находки;
- обязательно дождаться прибытия оперативно-следственной группы.

Следует помнить: внешний вид предмета может скрывать его настоящее назначение. В качестве камуфляжа для взрывных устройств используются обычные бытовые предметы; сумки, пакеты, свертки, коробки, игрушки и т.п. Проникновение посторонних лиц на рабочее место исключено созданием блокировочного кода на дверных отделениях во все помещения лаборатории.

6.4.Охрана окружающей среды

Вопрос об охране окружающей среды является актуальным и крайне важным в настоящее время, так как с каждым годом увеличивается количество веществ, загрязняющих окружающую среду. В ходе данной работы были использованы следующие ресурсы:

- 1) электроэнергия для работы насосов и компьютера;
- 2) бумага;
- 3) титановые образцы.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом, что нельзя сказать про вакуумные насосы, так как процесс достижения вакуума достаточно долговременный. При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено. В связи с тем, что огромная масса информации содержится на бумажных носителях, уничтожение бумаги играет очень важную роль. Среди основных методов уничтожения, которые применяются на сегодняшний день для бумажных документов, следует отметить следующие:

- 1) Сжигание документов.
- 2) Шредирование.
- 3) Закапывание.
- 4) Химическая обработка.

Для утилизации титановых проб используют специальные контейнеры для неорганических материалов. Ввиду того, что титан не токсичен, предварительной обработке перед утилизацией он не подвергается. Вывоз отработанных проб продуктов осуществляется специализированными службами.

6.5.Перечень нормативных документов

Для разработки комплекса решений для обеспечения безопасности пользователя рабочего места были использованы следующие нормативно-правовые акты:

- ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы классификации;
- ГОСТ 12.1.003-83 (1991) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности; Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля;
- ГОСТ 12.1.009-76 (1999) ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения;
- ГОСТ 12.1.019-79 (1996) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
- ГОСТ 12.1.036-81 (1996) ССБТ. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях;
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
- СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение;
- СН-3223-85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах;
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
- СНиП 23-03-03 Защита от шума.

Вывод. В данном разделе были рассмотрены вопросы обеспечения безопасных, безвредных и пожароопасных условий труда, необходимых при выполнении и написании выпускной работы. Были выделены факторы, оказывающие вредное и опасное влияние на студента в ходе написания работы. В итоге было получено, что помещение, где осуществлялся эксперимент, является помещением без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током. В результате анализа опасных и вредных факторов можно сделать вывод, что помещение, где был

разработан дипломный проект, принадлежит к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током. По состоянию пожаробезопасности помещение соответствует нормам.

Список литературы

1. Шмаков А.Н., Толочко Б.П., Жогин И.Л., Шеромов М.А. //Рентгеновское, синхротронное излучение, нейтроны и электроны для исследования наносистем и материалов. Нано-био-инфо-когнитивные технологии: Тез. докл. VII нац. конф. РСНЭ-НБИК 2009. 16–21 ноября 2009 г. М.:ИК РАН–РНЦКИ, 2009. С. 559.
2. Montano P.A., Oyanagi H. In Situ Synchrotron Radiation Research in Materials Science// MRS Bull. 1999. V. 24. No. 01. P. 13–20.
3. Norby P. In-Situ Time Resolved Synchrotron Powder Diffraction Studies of Syntheses and Chemical Reactions // Mater. Sci. Forum. 1996. V. 228-231. P. 147–152.
4. Синхротрон «КИСИ-Курчатов» [Электронный ресурс]:[URL:http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12403/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12403/index.shtml)
5. Станция для рентгеновских исследований молекулярных пленок на поверхности жидкости [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12078/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12078/index.shtml)
6. Станция структурного материаловедения для исследования особенностей пространственной организации функциональных материалов [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12077/12086/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12077/12086/index.shtml)
7. Станция для исследования атомной и реальной структуры методами моно- и поликристалла [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12080/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12080/index.shtml)
8. Станция рентгеновской топографии и микротомографии [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12085/12091/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12085/12091/index.shtml)
9. Специализированная станция фазочувствительных методов исследования вещества [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12081/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12081/index.shtml)
10. Станция для проведения медицинской и материаловедческой диагностики [Электронный ресурс]:[URL: http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12085/12092/index.shtml](http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12085/12092/index.shtml)

11. Станция рентгеновской кристаллографии и физического материаловедения для исследования структуры материалов [Электронный ресурс]:URL: <http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12076/12083/index.shtml>
12. Станция для исследования поликристаллических и аморфных материалов методами рентгеновской спектроскопии и дифракции [Электронный ресурс]:URL: <http://kcsni.nrcki.ru/pages/main/12016/12077/12088/index.shtml>
13. Ускорительный комплекс ВЭПП-4 [Электронный ресурс]:URL: <http://v4.inp.nsk.su/>
14. European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) [Электронный ресурс]:URL: <http://www.esrf.eu/>
15. Australian Synchrotron Project [Электронный ресурс]:URL: <http://www.majorprojects.vic.gov.au/project/australian-synchrotron/>
16. Deutsches Elektronen-Synchrotron [Электронный ресурс]:URL: <http://www.desy.de/>
17. ALBA-источник синхротронного излучения третьего поколения [Электронный ресурс]:URL: <https://www.cells.es/documents/bc-summary>
18. Super Photon ring-8 [Электронный ресурс]:URL: <http://www.spring8.or.jp/en/>
19. Elettra Sincrotrone Trieste [Электронный ресурс]:URL: <http://www.elettra.trieste.it/>
20. Steuwer A., Santisteban J. R., Preuss M., Peel M. J., Buslaps T., Harada M. Evidence of stress-induced hydrogen ordering in zirconium hydrides /A. Steuwer, J. R. Santisteban, M. Preuss, M. J. Peel, T. Buslaps, M. Harada // Acta Materialia. – 2009. – V. 57. – №. 1. – P. 145-152.
21. Кудияров В.Н., Пушилина Н.С., Лидер А.М., Тимченко Н.А. Особенности накопления и распределения водорода при насыщении титанового сплава ВТ1-0 электролитическим методом и из газовой среды /В.Н. Кудияров, Н.С. Пушилина, А.М. Лидер, Н.А. Тимченко// Журнал технической физики. – 2014. – Т. 84. – №. 9. – С. 117-121

22. М.С. Сыртанов, М.Н. Бабихина, В.Н. Кудияров. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ЦИРКОНИЕВОГО СПЛАВА Э110 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ГАЗОФАЗНОГО НАВОДОРОЖИВАНИЯ / М.С. Сыртанов, М.Н. Бабихина, В.Н. Кудияров//Статья технологии материалов новых поколений и наноматериалов.-2017. –С.35-26
23. В.Н. Кудияров, А.М. Лидер, Н.С. Пушилина, Н.А. Тимченко. Особенности накопления и распределения водорода при насыщении титанового сплава ВТ1-0 электролитическим методом и из газовой среды / В. Н. Кудияров [и др.] // Журнал технической физики. — 2014. — Т. 84, вып. 9. — [С. 117-121].
24. Furuya Y., Takasaki A., Mizuno K. et al. // J. Alloys and Compounds. 2007. Vol. 446–447. P. 447–450.
25. Eliezer D., Tal-Gutelmacher E., Cross C.E. et al. // Mater.Sci. Engineer. A. 2006. Vol. 421. P. 200–207.
26. Tal-Gutelmacher E., Eliezer D., Abramov E. // Mater. Sci. Engineer.: A. 2007. Vol. 445–446. P. 625–631.
27. Zeppelin F., Haluska M., Hirscher M. // Thermochemica Acta. 2003. Vol. 404. P. 251–258.
28. Takasaki A., Furuya Y., Ojima K. et al. // J. Alloys and Compounds. 1995. Vol. 224. P. 269–273.
29. Шмаков А.Н., Иванов М.Г., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р., Анчаров А.И., Жогин И.Л., Шеромов М.А. //Кн. тез. XVIII Междунар. конф. по использованию синхротронного излучения. СИ. Новосибирск, 2010. С. 68.
30. Кинетика водородных фаз в палладии и титане / Н. А. Тимченко [и др.] // Вестник науки Сибири. — 2011. — № 1 (1). — [С. 77-83].
31. Шмаков А.Н., Толочко Б.П., Жогин И.Л., Гаврилов Н.Г., Шеромов М.А. Станция«Прецизионная дифрактометрия II» на канале СИ № 6 накопителя электронов ВЭПП-3 //Рентгеновское, синхротронное излучение, нейтроны и электроны для исследования наносистем и материалов. Нано-био-инфо-

когнитивные технологии: Тез. докл. VII нац. конф. РСНЭ–НБИК 2009: 16–21 ноября 2009 г. – М.: ИК РАН – РНЦ КИ, 2009. – С. 559.

32. Шмаков А.Н., Иванов М.Г., Толочко Б.П., Шарафутдинов М.Р., Анчаров А.И., Жогин И.Л., Шеромов М.А. Новые возможности для рентгенодифракционных исследований в Сибирском центре СИ // Книга тезисов XVIII Междунар. конф. по использованию синхротронного излучения, СИ. – 2010. – Новосибирск, 2010. – С. 68.

33. НТК 16N/НТК 2000N High-Temperature Chambers [Электронный ресурс]:URL: <https://www.anton-paar.com/?eID=documentsDownload&document=55333&L=4>

34. Лабораторный генератор водорода HyGen200. Техническое описание [Электронный ресурс]:URL: <http://mobile.labwrench.com/equipment/15951/proton-onsite/hygen-200>

35. Вакуумметры MKS Instrument [Электронный ресурс]:URL: <http://blms.ru/vakuummetry-mks-instrument>

36. Игольчатые вентили/Техническое описание [Электронный ресурс]:URL: <https://hsme.ru/catalog/igolchatye-ventili/>

37. М. Ричардсон. Промышленные полимерные композиционные материалы перевод с английского П. Г. Бабаевского, А. А. Грабильникова, С. Г. Кулика. М., 1980.

38. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология /под ред. Берлина А.А. СПб: Профессия, 2009.